

От редакции.

Дорогие друзья! Наш журнал ставит одной из своих целей популяризацию фундаментальной науки, пропаганду достижений российских научных школ и повышение интереса к передовой науке в целом. Поэтому мы предполагаем публиковать на страницах нашего журнала научно-популярные и методические материалы, персоналии и исторические материалы о событиях, оказавших значительное влияние на развитие науки о пространстве, времени и фундаментальных взаимодействиях. В этом номере мы представляем статью А. В. Аминовой «Казанская релятивистская гравитационная школа», материал которой, на наш взгляд, будет интересен широкому кругу студентов и специалистов.

УДК 530.12, 531.51

А. В. Аминова¹**КАЗАНСКАЯ РЕЛЯТИВИСТСКАЯ ГРАВИТАЦИОННАЯ ШКОЛА**

В статье рассказывается о более чем 50-летней истории создания, становления и развития первой и единственной в Советском Союзе кафедры теории относительности и гравитации, образованной в апреле 1960 года по инициативе профессора А. З. Петрова на физическом факультете Казанского государственного университета (ныне Институт физики Казанского (Приволжского) Федерального университета).

Ключевые слова: А. З. Петров, Казанский университет, теория относительности, гравитация, теория поля, космология.

PACS: 04.20, 01.65

«Дано многообразие и в нем группа преобразований; нужно исследовать те свойства форм, принадлежащих многообразию, которые не изменяются от преобразований группы», – так Ф. Клейн сформулировал в 1872 г. основное положение своей знаменитой «Эрлангенской программы». Формирование естественнонаучной мысли в двадцатом столетии было в большой степени определено этой программой, далеко перешагнувшей геометрические рамки, в которых она была сформулирована, и оказавшей существенное влияние на развитие естественных наук, в первую очередь, физики и механики, где она, прежде всего, реализовалась в форме теоремы Нетер. Две главные физические теории XX века – квантовая теория и общая теория относительности – развивались под знаком этой программы.

По мнению крупнейшего современного математика Ю.И. Манина, «математика за последние сто лет не произвела ничего, что могло бы сравниться с квантовой теорией или общей теорией относительности в отношении вызванного их появлением изменения нашего общего мировоззрения». «Но я твердо убеждён, – продолжает Манин, – что без математического языка физики не смогли бы даже сказать, что они имеют в виду». Разработке такого языка, а именно, метода алгебраических и дифференциальных инвариантов и метода теории групп Ли в общей теории относительности была посвящена научная деятельность основателя казанской релятивистской гравитационной школы Алексея Зиновьевича Петрова (1910–1972, с 1970 г. – академик АН УССР), внесшего значительный вклад в развитие мировых исследований по гравитации.

Официально казанская школа теории относительности и гравитации ведет свое начало с апреля 1960 года, когда по инициативе профессора А. З. Петрова на физическом факультете Казанского государственного университета (КГУ) была образована кафедра теории относительности и гравитации (далее «кафедра»). В 1961 г. была открыта специализация студентов физического факультета по теоретическим основам теории тяготения Эйнштейна, включая вопросы современной космологии и релятивистской астрофизики.

Первоначальный состав кафедры, первой и единственной в Советском Союзе, помимо А. З. Петрова, включал выпускников кафедры геометрии 1959 г. В. Р. Кайгородова, А. М. Анчикова, выпускника кафедры геометрии 1960 г. В. И. Голикова, выпускника кафедры алгебры 1960 г. Р. Ф. Билялова и работавшего до этого доцентом кафедры геометрии В. И. Шуликовского (1922–1973), доктора физико-математических наук (с 1965 г.), профессора, декана физического факультета (1968), затем, до конца жизни, декана механико-математического факультета. В 1964 г. состав кафедры расширился, – в коллектив влились молодые сотрудники А. В. Аминова и К. А. Пирагас, выпускники кафедры теории относительности и гравитации.

¹E-mail: avaminova@gmail.com

Возглавляемый А. З. Петровым кафедральный семинар по гравитации и теории относительности получил широкую известность; с докладами на нем выступали ученые из разных городов и республик Советского Союза и зарубежных стран — Англии, Франции, США, Польши, ФРГ, Румынии, ГДР и др. Из небольшого коллектива в пять человек кафедра в короткий срок превратилась в головную научную организацию по проблеме «Гравитация» в СССР.

В 1970 году, после переезда А. З. Петрова в Киев, кафедру возглавил профессор А. П. Широков (1926–1998). В 1975–2000 годы заведующим кафедрой был профессор В. Р. Кайгородов, затем, до 2003 года, — доцент А. Б. Балакин. В 2003–2012 годы заведующим кафедрой была профессор А. В. Аминова; в настоящее время кафедрой возглавляет доцент С. В. Сушков.

В 1960 году А. З. Петрова утвердили председателем секции гравитации Научно-технического совета МВ и ССО СССР (ученый секретарь с 1964 г. — А. В. Гусева—Аминова) и председателем Советской комиссии в Международном комитете по гравитации и теории относительности. Петров занимал эти посты до конца своей жизни, сыграв большую роль в организации и развитии исследований по гравитации в Советском Союзе и мире. Много ездил по стране, бывал за рубежом, входил в оргкомитеты всех советских гравитационных конференций, выступал с докладами на международных конференциях и симпозиумах (1959 год — Париж, 1962 — Варшава, 1965 — Лондон, 1967 — снова Париж, 1969 — Рим, Флоренция, 1970, 1971 — Швейцария, Копенгаген). Был редактором многих книг по теории относительности и гравитации, как отечественных, так и переводных. Вел огромную деловую и научную переписку с советскими и зарубежными учеными.

Появление школы теории относительности и гравитации в Казанском университете было закономерным. А. З. Петров был ярким представителем казанской геометрической школы, ведущей свое начало от создателя неевклидовой геометрии Н. И. Лобачевского, фактически предсказавшего общую теорию относительности задолго до ее появления. Профессор Казанского университета А. В. Васильев в своей речи по случаю 100-летия создания неевклидовой геометрии (1926) подчеркивал, что «вопрос о структуре Вселенной, поставленный Лобачевским, является важнейшим вопросом космологии». Ученик А. В. Васильева профессор А. П. Котельников, заложивший основы векторного исчисления и механики в неевклидовых пространствах, установил связи между геометрией Лобачевского и пространством скоростей специальной теории относительности, указав на возможные приложения в теории электромагнитного поля (1923–1927). Основываясь на идеях Котельникова, ученик академика В. А. Фока профессор Н. А. Черников (1928–2007) показал, что знание тригонометрии Лобачевского позволяет «без большого труда выполнять кинематический расчет любой ядерной реакции».

Первые научные исследования А. З. Петрова были посвящены решению классической геометрической задачи о геодезическом отображении трехмерных римановых пространств неопределенных метрик², поставленной перед ним его учителем, замечательным казанским геометром профессором П. А. Алексеевичем Широковым (1895–1944). Работа под руководством проф. П. А. Широкова во многом определила научную судьбу А. З. Петрова.

Изучая и пропагандируя наследие Н. И. Лобачевского, участвуя в проведении международных конкурсов на премию им. Н. И. Лобачевского и издании материалов этих конкурсов, отражавших новейшие достижения в области неевклидовой геометрии³, П. А. Широков был хорошо знаком с идеями великого геометра о влиянии материи на свойства пространства, предвосхищавшими теорию гравитации Эйнштейна, а также с приложениями, которые находила геометрия Лобачевского и ее обобщения в теоретической физике. Стремление П. А. Широкова к применению новейших геометрических методов в механике, гидродинамике и теории поля ощущается во многих его статьях.

В годы, когда теория Эйнштейна делала свои первые шаги и многие физики считали ее малопонятной из-за сложности математического аппарата и слабо связанной с действительностью, П. А. Широков предвидел то громадное значение, которое будет иметь эта теория несколько десятилетий спустя, и ориентировал учеников на приложение геометрии к теории гравитации. Предложенная им. А. З. Петрову тема дипломной работы станет впоследствии темой его докторской диссертации, а ее название послужит заголовком классической монографии А. З. Петрова «Пространства Эйнштейна».

²Решение подобной задачи для двумерных пространств было дано П. А. Широковым в работе, опубликованной лишь в 1966 г., спустя много лет после его смерти. Общее решение проблемы геодезических отображений, охватывающее бесконечное множество типов римановых пространств произвольной сигнатуры и любой размерности (ранее известные решения исчерпывались тремя типами) дано в 1987 г. А. В. Аминовой.

³Список лауреатов этих конкурсов — созвездие блестящих имен: С. Ли, Д. Гильберт, Г. Вейль, Э. Картан, В. Киллинг, В. А. Фок. Отзывы на представленные работы писали В. Клейн, А. Пуанкаре и др., в том числе П. А. Широков.

В 1952–1954 годах А. З. Петров доказал теорему, принесшую ему впоследствии мировую известность. В соответствии с этой теоремой существуют три и только три типа пространств Эйнштейна, определяемых алгебраической структурой тензора кривизны (в дальнейшем они получили в мировой литературе название «типов Петрова»). Петров показал, что определенные им классы пространств не являются пустыми, и для каждого из них определил функциональный произвол в решении уравнений Эйнштейна. Позже пространства Эйнштейна трех типов Петрова получили исключительно важную интерпретацию в общей теории относительности; в работах английских физиков Пирани, Бонди и др. выяснилось, что принадлежность ко второму и третьему типам указывает на присутствие в пространстве гравитационного излучения. Тем самым удалось пролить свет на один из самых сложных и запутанных вопросов общей теории относительности.

Классификация Петрова получила широкую известность у нас в стране и за рубежом. На ее основе написаны десятки диссертаций. Ей посвящен специальный раздел «Физической энциклопедии» (*Handbuch der Physik*, т. 6), и большинство выходящих в мире работ по теории тяготения в той или иной мере основываются на ней. В США, ГДР и у нас в Новосибирске были разработаны специальные программы для вычисления «типов Петрова» на ЭВМ, сейчас такие программы входят в стандартные пакеты компьютерных программ.

Классификация пространств Эйнштейна по трем типам легла в основу докторской диссертации А. З. Петрова, для завершения которой он был направлен в сентябре 1954 года в докторантуру при кафедре дифференциальной геометрии Московского университета (МГУ). Его консультантами были известные советские ученые П. К. Рашевский и С. П. Фиников. В докторской диссертации А. З. Петрова, защищенной с большим успехом в 1957 году в МГУ, были разработаны инвариантно-групповые методы исследования полей тяготения.

Специалистам хорошо известно, какую трудность в общей теории относительности представляет нахождение точных решений уравнений поля для пространств Эйнштейна. Предложенная А. З. Петровым классификация пространств Эйнштейна по группам движений явилась значительным шагом к построению общей схемы получения точных решений. Замечательно, что эта классификация, содержащая большое число новых решений, включает также все известные решения, полученные ранее с помощью различных физических соображений.

Развивая инвариантно-групповые методы в общей теории относительности, А. З. Петров решает в 60-е годы вместе со своими учениками – сотрудниками кафедры (А. В. Аминова, А. М. Анчиков, В. И. Башков, Р. Ф. Билялов, В. И. Голиков, В. Р. Кайгородов, К. А. Пирагас, М. Ш. Якупов и др.) целый ряд задач, связанных с определением пространств, допускающих автоморфизмы в форме конечных или бесконечно малых преобразований, отражающих реальные симметрии пространства-времени.

Теоремы Петрова о трех типах полей тяготения и разработанные им и его учениками классификации полей тяготения по группам симметрий в форме изометрических (А. З. Петров, В. Р. Кайгородов), геодезических (В. И. Голиков), конформных (Р. Ф. Билялов), проективных и аффинных (А. В. Аминова) преобразований стали основой программы поиска точных решений уравнений Эйнштейна в общей теории относительности и положили начало множеству работ, в которых физические свойства материальных систем, а также гравитационного, электромагнитного и других физических полей, переносящих взаимодействия, определяются группами автоморфизмов различных объектов геометрической или физической природы. За короткий срок А. З. Петров создал научную школу, известную у нас в стране и за рубежом. Цикл работ, выполненных сотрудниками кафедры в 1962–1965 годах и опубликованных в сборнике «Гравитация и теория относительности» (выпуски 1–3), был удостоен первой университетской премии.

Проявляя постоянный интерес к вопросам экспериментального обоснования и подтверждения общей теории относительности, А. З. Петров организовал в 1962 г. экспериментальную лабораторию при кафедре, а впоследствии, во время своей деятельности в Институте теоретической физики АН УССР, руководил совместно с профессором МГУ В. Б. Брагинским экспериментами по обнаружению гравитационного излучения.

В 60-е годы вышли из печати монографии А. З. Петрова «Пространства Эйнштейна» и «Новые методы в общей теории относительности»⁴, которые быстро получили всеобщее признание и были переведены на немецкий и английский языки. За цикл работ «Инвариантно-групповые методы исследования в теории гравитации», выполненных А. З. Петровым в Казанском университете, ему была присуждена Ленинская премия (1972) – высшая награда в СССР.

⁴Отдельные главы этой книги написаны А. М. Анчиковым, Р. Ф. Биляловым, В. И. Голиковым и В. Р. Кайгородовым, в издании книги принимала участие А. В. Гусева (Аминова).

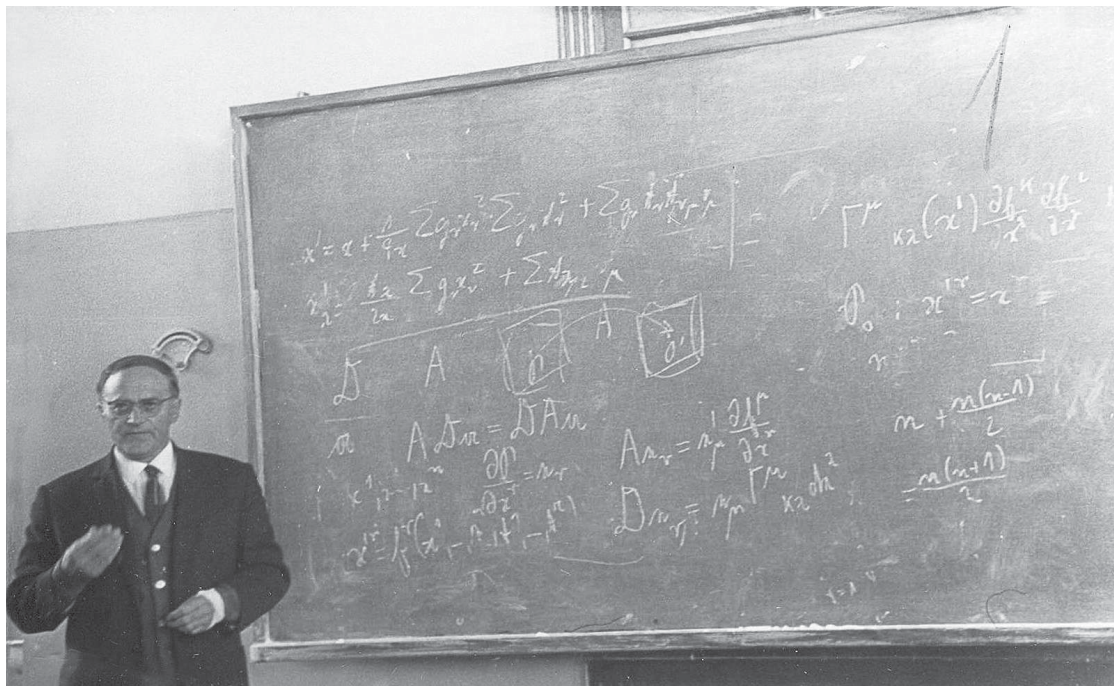


Рис. 1. А. З. Петров на семинаре кафедры (1965).

А. З. Петров был активным популяризатором теории относительности. Написанная им в 1961 году брошюра «Пространство, время и материя» отличается необычайной ясностью и доступностью изложения, она выдержала два издания и была переведена на японский язык.

Казанская гравитационная школа, созданная в 60-е годы А. З. Петровым, сохраняла свой стиль и традиции и в последующие годы.

Профессор Александр Петрович Широков (1926–1998), доктор физико-математических наук (с 1965 г.), заслуженный деятель науки Российской Федерации, сменивший в 1970 г. А. З. Петрова на посту заведующего кафедрой, был учеником видного советского геометра профессора А. П. Нордена (1904–1993, доктор физико-математических наук, заведующий кафедрой геометрии Казанского университета с 1945 по 1980 г.). Работы А. П. Широкова, в которых заложены основы дифференциальной геометрии многообразий над алгебрами, содержат ряд блестящих результатов, существенно развивающих идеи его отца, П. А. Широкова. В них было сформировано новое научное направление, ставшее позднее основным научным направлением кафедры геометрии Казанского университета, которой П. А. Широков заведовал с 1980 по 1993 г.

Неохотно, под давлением А. З. Петрова и А. П. Нордена, согласившись занять пост заведующего кафедрой теории относительности и гравитации, А. П. Широков сделал очень много для того, чтобы поддержать и развить наметившиеся на кафедре научные тенденции. Будучи человеком высоких нравственных принципов и исключительных душевных качеств, обладая ясным умом и энциклопедическими познаниями в области геометрии и ее приложений в механике и физике, А. П. Широков содействовал расцвету кафедры. «Трудно переоценить ту незримую поддержку, которую оказывал мне А. П. Широков при написании докторской диссертации, будучи заведующим нашей кафедрой после отъезда А. З. Петрова в Киев. Я многому научился и перенял у А. П. Широкова за эти годы, что помогло мне в дальнейшем в работе в качестве руководителя кафедры. Я благодарен судьбе, которая свела меня с А. П. Широковым, замечательным человеком и ученым, ставшим моим первым наставником и учителем в Казанском университете», — вспоминал впоследствии профессор В. Р. Кайгородов.

Тесная связь кафедры теории относительности и гравитации с кафедрой геометрии Казанского университета никогда не прерывалась. Профессор А. П. Норден и выдающийся казанский геометр профессор Б. Л. Лаптев (1905–1989, доктор физико-математических наук, директор Научно-исследовательского института математики и механики Казанского университета им. Н. Г. Чеботарева с 1961 по 1980 г.), часто посещавшие семинар кафедры теории относительности и гравитации, внесли свой вклад в становление казанской гравитационной школы. Почти все сотрудники кафедры посещали геометрический семинар А. П. Нордена и выступали на нем с докладами, — это была прекрасная школа.

Основные направления научных исследований кафедры в 70–90-е годы связаны с разработкой геометрических методов математической физики, применением инвариантно-групповых методов к исследованию нелинейных уравнений физических полей и решению задач в области космологии и релятивистской астрофизики. К этому направлению относятся работы А. М. Анчикова, В. И. Башкова, С. П. Гаврилова, Р. А. Даишева, А. И. Егорова, Г. Г. Иванова, Ю. Г. Игнатьева, В. Ю. Шуликовского, М. Ш. Якупова и др.

Научные интересы профессора Владимира Романовича Кайгородова (1936 г. р.), выпускника физмата КГУ 1959 г., доктора физико-математических наук (с 1979 г.), заслуженного деятеля науки Республики Татарстан, связаны с применением инвариантно-групповых методов к исследованию римановых и псевдоримановых пространств произвольной сигнатуры с рекуррентной структурой тензора кривизны и их приложениями в теории тяготения. Используя метод адаптированного репера и инвариантно-групповой подход, профессор В. Р. Кайгородов и его ученики решили проблему выделения точных решений уравнений Эйнштейна с космологической постоянной и электродинамической правой частью для алгебраически специальных полей тяготения. Эти исследования были поддержаны двумя грантами программы «Университеты России» (1992–1994) и грантом фонда НИОКР РТ (совместно с доцентом С. П. Гавриловым (1946–2003), 1996 г.).

В 1995 г. доцент Ранат Фаизович Билялов начал исследования в области теории производной Ли спинорных полей на римановых многообразиях и ее применения к доказательству теоремы Нетер, к 2000 г. поставленная задача была успешно решена.

В монографии «Макроскопическая гравитация» соросовского профессора Алексея Васильевича Захарова, доктора физико-математических наук (с 1991 г., профессора, гранты фондов «Университеты России», ISF (USA), ISSEP (USA), РФФИ), решена задача макроскопического подхода к гравитации в рамках общей теории относительности. В работах А. В. Захарова и его ученика доцента Р. К. Мухарлямова (1978 г. р., выпускник кафедры 2001 г., кандидат физико-математических наук с 2006 г.) выведены макроскопические уравнения Максвелла и Эйнштейна для системы частиц с разными массами с точностью до членов второго порядка малости по взаимодействию, проведены оценки дополнительных слагаемых в макроскопических уравнениях Эйнштейна-Максвелла; рассмотрены приложения в космологии, в частности, проблема построения несингулярных космологических моделей, исследованы магнитные модели Вселенной и несингулярные анизотропные космологические модели.

Научная деятельность Александра Борисовича Балакина (1957 г. р.), выпускника кафедры 1979 г., доктора физико-математических наук (с 2000 г.), профессора, заведующего кафедрой (2000–2003), посвящена решению комплекса задач о взаимодействии физических систем с полем гравитационного излучения. Возглавляемое им научное направление «Эволюция релятивистских иерархических систем в нестационарных гравитационных полях» включает исследования нестационарных процессов в газовых, плазменных, гидродинамических, электродинамических, эластодинамических системах и системах частиц с внутренними степенями свободы, которые могут быть порождены полем гравитационного излучения, космологическим фоном и нестационарностью гравитационного поля Земли.

Основной результат сводится к заключению, что при всем многообразии моделей взаимодействия гравитационного излучения с перечисленными физическими системами явно прослеживаются три ключевых свойства, характерных для гравитационно-индуцированного фазового перехода второго рода: во-первых, снятие вырождения по скрытым параметрам иерархических систем, во-вторых, появление аномалий в отклике системы, в-третьих, образование продольных структур различной физической природы. Научная деятельность профессора А. Б. Балакина поддержана грантами Германии, Франции, Португалии и Испании.

В работах ученика А. Б. Балакина ассистента кафедры А. Е. Зайца (1979 г. р., выпускник кафедры 2002 г., кандидат физико-математических наук (с 2008 г.), лауреат городского конкурса на соискание Казанской премии имени Е. К. Завойского среди молодых учёных за 2011 г. – первая премия), исследуется влияние неминимального взаимодействия гравитационного и калибровочного полей на структуру пространства-времени и динамику частиц. Получены точные (квази)регулярные решения, имеющие так называемую слабую или коническую сингулярность в центре, а также решения, описывающие проходимость кротовые норы, связывающие две различные вселенные (совместно с С. В. Сушковым).

Круг научных интересов Сергея Владимировича Сушкова (1961 г. р.), выпускника кафедры 1983 г., доктора физико-математических наук (с 2006 г.), доцента, заведующего кафедрой с 2012 г., включает современные проблемы космологии, а также проблемы физики черных дыр и кротовых

нор. В рамках научного направления «Классические и квантовые эффекты в пространствах с нетривиальной топологической структурой» Сушков получил ряд принципиальных результатов, связанных с условиями существования и устойчивости кротовых нор, доказал существование кротовых нор в полуклассической теории гравитации с квантованными физическими полями, исследовал кротовые норы с фантомной материей и построил модели динамических кротовых нор.

Еще одно направление научной деятельности С. В. Сушкова связано с исследованиями космологических моделей в модифицированных теориях гравитации, включая теории с неминимальной кинетической связью. Сушков предложил принципиально новый механизм инфляции и доказал, что учет неминимальной кинетической связи позволяет естественным образом описать как основные этапы эволюции Вселенной, так и их последовательную смену. Научная деятельность С. В. Сушкова подержана грантами РФФИ и научными фондами Китая, Кореи, Канады, США и Германии.

В диссертационной работе ассистента кафедры П.Е. Кашаргина (1985 г. р., выпускник кафедры 2008 г., кандидат физико-математических наук с 2011 г.), написанной под руководством профессора С. В. Сушкова, построено общее решение, описывающее вращающуюся кротовую нору в теории гравитации со скалярным полем. Другим направлением исследований Кашаргина является построение решений, описывающих несколько кротовых нор в общей теории относительности.

Профессор кафедры Наиль Рустамович Хуснутдинов (1962 г. р., выпускник кафедры 1985 г., доктор физико-математических наук (с 2004 г.), доцент, с 2004 по 2006 г. – декан физического факультета Татарского государственного гуманитарного педагогического университета (ТГГПУ), с 2005 по 2009 г. – заведующий кафедрой «Информационные технологии в образовании» ТГГПУ, с 2003 г. сначала доцент, затем профессор кафедры), проводит исследования в области теории классических и квантовых полей в пространствах с топологическими дефектами и кротовыми норами. Его работы посвящены изучению эффектов Казимира и Казимира–Полдера (часть работ выполнена совместно с М. Бордагом, Германия). Н. Р. Хуснутдинов исследовал плазменную модель фуллерена, а также силы самодействия для заряженной частицы в пространствах-временах космических струн и кротовых нор (совместно с А. А. Поповым и Е. Безерра, В. Безерра, Бразилия); построил самосогласованную модель кротовой норы при наличии источников в форме энергии поляризации вакуума квантованных полей (в соавторстве с С. В. Сушковым).

Ранние работы Хуснутдинова (1984–1993) посвящены общерелятивистской кинетике, изучению наблюдаемых эффектов в плазме, помещенной в гравитационное поле. Ему принадлежит вывод кинетического уравнения на основе микрораспределения частиц с учетом пространственно-временного изменения гравитационного поля в области столкновения. В 1993–1995 годах Н. Р. Хуснутдинов вместе с профессором Р. М. Юльметьевым изучал цепочки Цванцига–Мори для временных корреляционных функций и эффекты памяти в статистических системах.

Исследования Аси Васильевны Аминовой (1942 г. р.), выпускника кафедры 1964 г., профессора, доктора физико-математических наук (с 1991 г.), заслуженного деятеля науки Республики Татарстан, стипендиата Фонда Президента Российской Федерации «Выдающиеся ученые России», соросовского профессора, и ее учеников, кандидатов физико-математических наук А. Ю. Даньшина, З. Х. Закировой, С. В. Зуева, Д. А. Калинина, С. В. Мочалова и др., посвящены разработке инвариантно-групповых методов, а также методов финслеровой и комплексной дифференциальной геометрии в теории проективных отображений пространственно-временных и фазовых многообразий с келеровой, кватернионной и суперримановой структурами, развитию концепции суперсимметрии как автоморфизма супергеометрической структуры и их приложениям в квантовой теории поля, космологии и теории гравитации.

В трудах профессора А. В. Аминовой решены проблема Ли и классическая геометрическая задача определения псевдоримановых метрик с соответствующими геодезическими, более 100 лет стоявшая на повестке дня, дана классификация многомерных лоренцевых многообразий (пространств-времен) по алгебрам Ли инфинитезимальных проективных преобразований, развит инвариантно-групповой подход к построению геометрической теории дифференциальных уравнений, установлена тесная связь между проективными преобразованиями и группами симметрий гамильтоновых систем и преобразованиями Ли–Беклунда уравнений Гамильтона–Якоби с квадратичными гамильтонианами. Основная идея заключается в последовательном рассмотрении симметрий дифференциальных уравнений и определяемых этими уравнениями физических моделей как автоморфизмов геометрических структур. Такой подход делает вклад в геометрию дифференциальных уравнений и инвариантно-групповые методы в физике, объединяя и возрождая на новом уровне идеи Э. Картана и С. Ли и продолжая фундаментальные исследования Т. Леви-Чивита, Н. Фубини, П.А. Широкова и А.З. Петрова.

Классификации келеровых и кватернионных многообразий по алгебрам Ли голоморфно- и кватернионно-проективных преобразований посвящены труды А. В. Аминовой, С. В. Зуева и Д. А. Калинина; структура указанных многообразий связывается с суперсимметричными теориями, описывающими новый тип взаимодействий в природе. Другой существенный пробел, частично восполненный в работах А. В. Аминовой, С. В. Мочалова и М. Ю. Люлинского, касается развития инвариантно-групповых методов в теории супергравитации – распространения клейновского подхода на супердифференциальную геометрию и его реализации в физически значимых случаях.

Среди множества различных подходов к решению проблемы объединения четырех известных фундаментальных взаимодействий важное место занимают исследования по многомерным единым теориям типа Калуцы–Клейна. Проблеме изучения симметрий многомерных пространств в форме проективных движений и построению соответствующих законов сохранения посвящены работы З. Х. Закировой, А. Н. Карузина, Р. А. Хайрутдинова, В. Н. Чеканова, П. Е. Чумарова и др. В трудах А. Ю. Даньшина изучаются группы автоморфизмов финслеровых пространств и их касательных расслоений, обсуждаются приложения к задачам управления движением оптимальных систем. В работах А. В. Аминовой и Д. А. Калинина, посвященных квантованию систем в искривленном пространстве, предложена конструкция однопараметрического семейства гамильтоновых механических систем с фазовыми пространствами, наделенными структурой келерова многообразия постоянной голоморфной секционной кривизны, и проведено их квантование.

Исследования А. В. Аминовой в области геометрии, анализа на многообразиях, гравитации и теории поля, ее научно-организационная деятельность поддержаны десятками грантов отечественных и зарубежных фондов, федеральных целевых программ. Работы А. В. Аминовой включены в Почетный список работ Американского Гравитационного Фонда (1988), а ее монография «Проективные преобразования псевдоримановых многообразий» отмечена университетской премией (2003). Она является руководителем (совместно с профессором Н. А. Сахибуллиним) основного научного направления К(П)ФУ «Сложные астрофизические системы и фундаментальные поля во Вселенной: теория, космические и наземные технологии наблюдений».

Научные работы В. А. Попова (1970 г. р., выпускник кафедры 1993 г., кандидат физико-математических наук с 1999 г., доцент), посвящены кинетике и гидродинамике релятивистской сверхтекучей жидкости. Попов вывел релятивистские кинетические уравнения для сверхтекучей жидкости и на их основе построил модель современного ускоренного расширения Вселенной со сверхтекучим газом Чаплыгина. Ему принадлежат также исследования в релятивистской космологии и в области физики черных дыр и кротовых нор.

Ассистент кафедры А. Ю. Кузнецова (1970 г. р., выпускник кафедры 1993 г., кандидат физико-математических наук с 2010 г.) изучает C^* -алгебры, ассоциированные с заданным на счетном множестве отображением с ограниченным прообразом. В ее работах исследована структура названных алгебр и показано, что они порождаются набором операторов частичной изометрии. Эти результаты могут найти приложения в квантовой оптике, при формализации задач которой возникают деформированные алгебры Гейзенберга, порожденные с помощью некоторого положительного оператора и оператора частичной изометрии.

Приложениям фрактальной геометрии и теории a -адических соленидов в теории динамических систем, разработке техники d -мерного интегрирования по хаусдорфовым мерам замкнутых подмножеств в \mathbb{R}^n и ее приложению к проблеме размерной регуляризации в квантовой теории поля были посвящены работы ассистента кафедры, кандидата физико-математических наук Д. В. Чистякова. Он исследовал нетеровские инварианты в решеточных моделях квантовой теории поля и статистической механики, а также гиббсовские состояния в симметричных решеточных моделях. Чистяков предложил обобщить даниелевский подход к стохастическим ядрам на фермионные модели, исследовал состояния на грассмановых алгебрах и суперрешетках.

Долгие годы тесного и плодотворного научного сотрудничества связывали кафедру с Казанским физико-техническим институтом им. Е. К. Завойского (теоретический отдел института, которым руководил профессор У. Х. Копвиллем, в свое время почти целиком состоял из выпускников кафедры теории относительности и гравитации), с кафедрой теоретической физики МГУ, кафедрой квантовой теории поля Томского университета, Институтом космических исследований РАН и Лабораторией теоретической физики Объединенного института ядерных исследований (Дубна), прежде всего, в лице профессора Н. А. Черникова, внесшего наряду с профессором У. Х. Копвиллем существенный вклад в становление и развитие казанской гравитационной школы.

В значительной степени благодаря Н. А. Черникову и У. Х. Копвиллему в Казани возникли и успешно развиваются научные направления, связанные с экспериментальными работами и ис-

следованиями в области релятивистской кинетической теории и релятивистской статистической физики. Последние были начаты доцентом В. И. Башковым (1938–2002), организовавшим в 70-е годы семинар «Сплошные среды в общей теории относительности и гравитационные волны», и продолжены посещавшими семинар Ю. Г. Игнатьевым и Г. Г. Ивановым, позднее к ним присоединились А. В. Захаров и А. Б. Балакин.

Организованный в конце 70-х годов ассистентами кафедры Ю. Г. Игнатьевым и Г. Г. Ивановым семинар по проблемам общерелятивистской статистики, гравитации и космологии проходил в обстановке острых дискуссий. Среди постоянных членов семинара были студенты, теперь доктора физико-математических наук, профессора А. Б. Балакин, М. Б. Волков (Франция), А. В. Захаров, С. В. Сушков, Н. Р. Хуснутдинов, кандидаты физико-математических наук, доценты А. А. Попов (недавно представил к защите докторскую диссертацию «Квантовые и классические эффекты неминимально связанного с кривизной скалярного поля»), О. А. Фонарев (Канада), В. Ю. Шуликовский, ставшие предпринимателями и руководителями кандидаты физико-математических наук Р. Р. Кузеев и Е. М. Пермяков. В 1979 году цикл работ Г. Г. Иванова, Ю. Г. Игнатьева и А. В. Захарова по релятивистской статистике и кинетике газов в общей теории относительности был удостоен первой премии на юбилейном конкурсе научных работ Казанского университета, посвященном его 175-летию.

Образованная в 1985 г. кафедра геометрии Казанского государственного педагогического института (позднее ТГГПУ), возникшая в результате разделения одной из кафедр вуза, стала частью казанской гравитационной школы. Вновь созданную кафедру геометрии возглавил доцент кафедры теории относительности и гравитации Юрий Геннадьевич Игнатьев (1947 г. р.), доктор физико-математических наук (с 1988 г.), заслуженный деятель науки Республики Татарстан, с 2011 г. – после вхождения ТГГПУ в состав Казанского (Приволжского) федерального университета (К(П)ФУ) – заведующий кафедрой высшей математики и математического моделирования Института математики и механики им. Н. И. Лобачевского К(П)ФУ. При кафедре геометрии была открыта аспирантура по специальности «Математическая физика» и разработана научная программа, посвященная приложениям современной геометрии к теории поля, гравитации, космологии, статистике и квантовой теории поля. Основу кафедры геометрии составили выпускники кафедры теории относительности и гравитации: Ф. Ш. Зарипов, А. А. Попов, С. В. Сушков и ученик А. Б. Балакина Д. Н. Горохов.

Начиная с конца 80-х годов, по инициативе профессора В. Р. Кайгородова и заслуженного изобретателя Казахской ССР З. Г. Мурзаханова на кафедре проводились исследования, связанные с разработкой способов детектирования гравитационного излучения и постановкой экспериментов по обоснованию теории Эйнштейна, получены десятки патентов на изобретения. В феврале 1990 года по представлению кафедры теории относительности и гравитации в КГУ был создан научно-исследовательский сектор гравитационно-волновой астрономии, которым в течение двух лет руководил профессор В. Р. Кайгородов. В 1992 году после распада СССР и прекращения целевого финансирования научно-исследовательский сектор был преобразован в научно-исследовательскую лабораторию гравитационно-волновой астрономии при кафедре теории относительности и гравитации, ее научным руководителем являлся профессор А. Б. Балакин (до 2004 г.), З. Г. Мурзаханов исполнял обязанности заведующего лабораторией, сейчас лабораторией руководит А. В. Аминова. На базе лаборатории был создан Научный центр гравитационно-волновых исследований «Дулкын» на правах института Академии наук Республики Татарстан (директор З. Г. Мурзаханов). В отделе теоретических исследований центра ключевые позиции занимают выпускники и сотрудники кафедры теории относительности и гравитации (доцент Р. А. Даишев, С. М. Козырев, ученица А. Б. Балакина кандидат физико-математических наук В. Р. Курбанова и др.).

В настоящее время на кафедре теории относительности и гравитации работает 21 человек: 20 преподавателей (в том числе 4 доктора и 11 кандидатов наук, 16 сотрудников являются выпускниками кафедры) — профессора: А. В. Аминова, А. Б. Балакин, С. В. Сушков, Н. Р. Хуснутдинов, доценты, кандидаты физико-математических наук: А. М. Анчиков, Р. А. Даишев, А. Ю. Данышин, А. И. Егоров, Р. К. Мухарлямов, В. А. Попов, старшие преподаватели, кандидаты физико-математических наук: выпускники кафедры геометрии КГУ П. Н. Иваньшин и В. Г. Подольский, ассистенты, кандидаты физико-математических наук: А. Е. Заяц, П. Е. Кашаргин, А. Ю. Кузнецова, ассистенты: Т. Ю. Альпин, Н. Ф. Дмитриева, Т. В. Кропотова, Е. В. Патрин, Г. А. Серякин, и инженер Н. П. Гоник.

В течение долгого времени на кафедре преподавали профессор А. В. Захаров, доценты В. И. Башков, Р. Ф. Билялов, С. П. Гаврилов, В. И. Голиков, В. А. Сочнева, ассистент Р. Л. Валиуллин.

В 60–70-е годы прошлого века на кафедре работали доценты Б. Т. Вавилов, Н. В. Мицкевич, Р. Ш. Хуснутдинов, В. И. Шуликовский, М. Ш. Якупов, ассистенты Л. Л. Дюкова, В. А. Пирагас, К. А. Пирагас, Р. А. Сингатуллин, М. Е. Соркин, Н. С. Шавохина, инженеры А. Л. Бильдюкевич, Л. Н. Медведев, Л. Б. Пец, Д. А. Агафонов, лаборант Р. Г. Файзуллина, в 70-80-е годы — доценты В. А. Добровольский, Ю. Г. Игнатъев, Г. Г. Иванов, В. Ю. Шуликовский, лаборанты Л. Б. Бродниковская, А. Л. Трондин, Н. П. Романенко, в начале этого века — ассистенты Д. А. Калинин, Д. В. Чистяков, лаборанты А. Н. Карузин, А. Р. Мадырова, Н. Р. Шурыгина.

Профессора кафедры ведут большую научно-организационную и экспертную работу в составе диссертационных советов по защите диссертаций по специальностям: теоретическая физика и физика конденсированного состояния (А. В. Аминова, С. В. Сушков), оптика (А. Б. Балакин), геометрия и топология, вещественный, комплексный и функциональный анализ, дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление (А. В. Аминова, А. Б. Балакин, С. В. Сушков), являются членами редколлегий научных журналов («Известия вузов. Математика» — А. В. Аминова, «Гравитация и космология» — А. Б. Балакин, «Пространство, время и фундаментальные взаимодействия» — А. В. Аминова, А. Б. Балакин, С. В. Сушков), входят в организационные комитеты российских и международных научных мероприятий и обществ.

Начиная с 1987 года, на базе кафедры при участии Государственного научного центра Российской Федерации «Институт теоретической и экспериментальной физики» (ИТЭФ, Москва) и Казанского физико-технического института Казанского научного центра РАН организуются ежегодные Международные летние школы-семинары по современным проблемам теоретической и математической физики (I–XXI Петровские чтения, председатель оргкомитета — профессор А. В. Аминова). С момента своего возникновения школа ориентирована на интеграцию науки и высшего образования, в ее работе принимают участие видные представители вузовской и академической науки из ведущих научных и учебных центров страны, таких, как Московский, С. Петербургский, Казанский, Томский и Нижегородский университеты, ВГПУ, МИЭМ, БГУ, РУДН, ИЯИ РАН, ГУП ГНЦ РФ ИТЭФ, ФИРАН, ИФП РАН, ИК РАН, ИСЭ РАН, ОИЯИ (Дубна), ВНИИМС, ИМ УНЦ РАН, ИМСС УрО РАН, ИММ КНЦ РАН, КФТИ КНЦ РАН, ИТФ (Киев), ФТИНТ (Харьков) и др., а также ученые и специалисты научных центров стран Америки, Европы и Азии (США, Франция, Англия, Алжир, Бельгия, Голландия, Германия, Италия, Иран, Мексика, Польша, Румыния, Чехия, Южная Корея, Япония (университеты Токио, Цукубы, Осаки, Чибы, Ямагаты, Иватэ) и др.). Подтверждением высокого уровня Петровских чтений служит большое количество проектов РФФИ, более 25 проектов ИНТАС, а также проекты других известных международных фондов, в которых участвуют лекторы и слушатели школы, среди них — десятки соросовских профессоров, доцентов, учителей, аспирантов и студентов. Школа имеет статус филиала Международного центра теоретической физики (ИСТР, Триест, Италия).

По материалам Петровских чтений опубликовано более 30 изданий. Труды школы издаются в сериях «Лекционные заметки по теоретической и математической физике» (под ред. А. В. Аминовой, тт. 1-7) и «Новейшие проблемы теории поля» (ред. А. В. Аминова, тт. 1-5). Вышли в свет пять сборников трудов проводимых на базе кафедры международных конференций «Геометризация физики», оргкомитет которых возглавлял доцент В. И. Башков.

С начала 60-х годов издается сборник «Гравитация и теория относительности», выпущено 30 томов сборника. Научным редактором сборника был А. З. Петров (до 1972 г.), затем А. П. Широков, а с 1977 г. — В. Р. Кайгородов.

С 2004 г. в рамках Петровских чтений на базе отдыха университета (Кордон) работал студенческий семинар, возглавляемый ассистентом Е. В. Патриным. Выпускники кафедры И. В. Бахматов (Бразилия, PhD (Queen Mary University of London), магистр (2008, КГУ), научный руководитель профессор Н. Р. Хуснутдинов), А. В. Силантьев (Англия, Япония, PhD (University of Angers, Франция), магистр (2004, КГУ), научный руководитель профессор А. В. Аминова), Э. Мусаев (Queen Mary University of London) с большой теплотой и благодарностью вспоминают занятия в семинаре Е. В. Патрина.

С 1998 года под руководством А. В. Аминовой успешно развивалось международное сотрудничество с тремя университетами Японии, Абердинским университетом (Великобритания), Мэрилендским университетом (США), институтами Анри Пуанкаре (Франция) и ИТФ НАН Украины. А. Б. Балакин успешно сотрудничает с университетом г. Констанц (Германия). Н. Р. Хуснутдинов участвует с российской стороны в договоре о сотрудничестве между Казанским и Лейпцигским университетами, в течение ряда лет сотрудничает с Федеральным университетом Штата Параибо (Бразилия).

Развившееся в рамках Петровских чтений сотрудничество между Казанским университетом и ИТЭФ, ФИРАН и другими академическими институтами вылилось в постоянные научные контакты сотрудников и студентов кафедры в форме командировок и стажировок в ИТЭФ, участия в совместных семинарах и научных проектах, чтении лекций сотрудниками ИТЭФ для студентов физфака КГУ и талантливых школьников Казани.

Сотрудники кафедры принимали активное участие в организации малого физфака, лица при КГУ и Зеленодольского филиала КГУ, где они преподают математические и физические дисциплины.

Организатором и бессменным руководителем Зональной летней физико-математической школы «Квант» является доцент В. А. Сочнева, долгие годы проработавшая на кафедре; занятия в этой школе ведут сотрудники кафедры Т. Ю. Альпин, А. Е. Заяц, П. Е. Кашаргин, выпускники кафедры С. В. Синцова, С. Э. Утяганов и др.

Как отмечалось, кафедра теории относительности и гравитации была единственной кафедрой такого профиля в Советском Союзе. Это исключительное положение кафедры сохраняется и теперь. Первоначальная учебная программа специализации была создана основателем кафедры проф. А. З. Петровым, который разработал и прочел целый ряд специальных курсов. Количество этих спецкурсов и простое перечисление их названий впечатляют глубиной и универсальностью постановки образования на кафедре. До сих пор кафедра остается уникальной по числу и разнообразию читаемых спецкурсов, число которых существенно увеличилось в связи с созданием в 1997 году магистратуры. Кроме того, с самого основания кафедра несет на своих плечах все математическое образование физического факультета.

Аспирантура при кафедре существует со времени основания кафедры. Среди аспирантов — стипендиаты престижных отечественных и зарубежных фондов. Ученики А. В. Аминовой А. Ю. Даньшин, Д. А. Калинин и А. Н. Карузин были стипендиатами американских научных фондов, С. В. Зуев был удостоен стипендии Фонда Томалла (Швейцария), а С. В. Мочалов — стипендии президента РФ, ученик В. И. Башкова Д. А. Зенкин также был стипендиатом американского научного фонда и получал стипендию Президента РФ.

За четыре десятилетия на кафедре была создана уникальная система высококачественной подготовки специалистов в области теории гравитационного поля и релятивистской астрофизики, отвечающей запросам времени. С 1963 года, когда состоялся первый выпуск, по 2006 год было подготовлено 259 специалистов, из них 26 выпускников стали докторами наук и 89 — кандидатами наук, 38 человек подготовили кандидатские диссертации на кафедре под руководством А. З. Петрова, В. Р. Кайгородова, А. В. Аминовой, А. Б. Балакина и А. В. Захарова.

Выпускники кафедры успешно трудятся в разных областях науки, техники и социальной сферы России, ближнего и дальнего зарубежья (Англия, Бразилия, Германия, Канада, Литва, США, Франция, Япония), руководят кафедрами и факультетами вузов Поволжья и Сибири. Среди них — заслуженный деятель науки РТ, действительный член АЭН РФ, профессор КГТУ А. В. Митин и с. н. с. ОИЯИ (Дубна) Э. А. Тагиров (первый выпуск), заслуженный деятель науки РТ и РФ, член-корреспондент РАЕН, заведующий лабораторией нелинейной оптики КФТИ, профессор кафедры оптики и спектроскопии КГУ В. В. Самарцев, профессор кафедры высшей математики КГАСА В. П. Деревенский, проректор по научной работе, заведующий кафедрой теоретической физики Вильнюсского педагогического института профессор К. А. Пирагас (Литва), профессор Р. С. Сингатуллин (заведовал кафедрой теоретической физики Башкирского государственного педагогического института), профессор С. В. Червон (заведовал кафедрой теоретической и математической физики Ульяновского университета, избирался деканом), профессор В. Е. Степанов (заведующий кафедрой геометрии и алгебры Якутского университета), заведующий кафедрой информатики и информационно-управляющих систем КГЭУ профессор Р. Г. Тахавутдинов, профессор кафедры общей физики Волгоградского архитектурно-строительного университета М. Б. Белоненко, доцент Е. В. Савельев, издатель журнала «Пространство, время и фундаментальные взаимодействия», депутат Госдумы первого созыва РФ В. В. Михайлов и др.

За последние десять лет кафедра заметно помолодела; ее состав пополнился талантливыми молодыми людьми, полными надежд и энтузиазма. Пожелаем кафедре теории относительности и гравитации Казанского федерального университета научного долголетия в продолжение славной 50-летней истории кафедры и новых замечательных свершений.



Рис. 2. Международная конференция «Petrov 2010 Anniversary Symposium on General Relativity and gravitation», Казань 2010 г. Первый ряд: доц. Ю. А. Гусев, Prof. Eriko Tanaka, Prof. Piret Kuusk, Prof. Irina Dumnikova, проф. Г. С. Бисноватый-Коган, Prof. Raj Bali, Anirudh Pradhan, проф. Н. П. Коноплева, проф. А. В. Аминова, Prof. Dieter R. Brill, Prof. J. P. S. Lemos, Prof. Richard Kerner, Prof. Ashan Zafar, доц. Л. И. Петрова; Второй, третий и четвертый ряды: Р. В. Королев, М. Х. Люлинский, Р. Н. Кашапов, П. О. Казинский, проф. У. Н. Закиров, Н. Сонин, Prof. Kim Sung-Won, проф. Р. Г. Зарипов, проф. А. Б. Балакин, Prof. V. D. Andreev, Prof. A. S. Galaev, доц. В. М. Корюкин, Х, проф. Г. А. Толстихина, Prof. V. Khots, проф. М. В. Сажин, К. В. Полякова, проф. А. Н. Голубятников, А. В. Кулешов, проф. С. В. Сушков, доц. Ю. И. Шевченко, проф. В. Н. Лукаш, Prof. V. L. Kauts, X, Prof. Kim Young Suh, проф. М. О. Катанаев, Prof. Guillen Alfonso Leon, Ю. И. Пономаренко, доц. В. А. Попов, проф. В. Н. Берестовский, В. В. Войтик, Prof. A. A. Salimov, С. В. Филипенко, проф. Р. Ф. Полищук, с.н.с. Э. А. Тагиров, проф. А. А. Гриб, Prof. M. Bordag, И. А. Гордеева, проф. В. В. Шурыгин, Е. В. Патрин, Г. А. Серякин (фото: Е. Минеев).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аминова А.В. Алексей Зиновьевич Петров. В кн.: «Рассказы о казанских ученых». Ред. В.В. Кузьмин. Казань: Тат. книжн. изд-во, 1983.
2. Аминова А.В. А.З. Петров (к 100-летию со дня рождения) // Уч. Зап. Казан. Ун-та. 2011. Т. 153. Кн. 3. С. 6–21.

Поступила в редакцию 02.03.2013

Аминова Ася Васильевна, д. ф.-м. н., профессор, кафедра теории относительности и гравитации, Институт физики, Казанский (Приволжский) федеральный университет, 420008, Россия, г. Казань, ул. Кремлевская, 18.

E-mail: avaminova@gmail.com

A. V. Aminova

Kazan school of Relativity and Gravitation

Keywords: A. Z. Petrov, Kazan University, relativity, gravity, field theory, cosmology.

PACS: 04.20, 01.65

The article is devoted to the more than 50-year history of creation, formation and development of the first and the only in the Soviet Union Chair of Relativity theory and Gravitation, formed in April 1960 at the initiative of Professor A. Z. Petrov at the Physics Department of the Kazan State University (now Kazan (Volga Region) Federal University).

REFERENCES

1. Aminova A. V. Alexei Zinovievich Petrov – V kn.: *Rasskazy o kazanskikh uchennykh* (In book: Stories about Kazan scientists), Ed. V. V. Kuzmin, Kazan: Tat. knijn. izd-vo, 1983.
2. Aminova A. V. A. Z. Petrov (k 100-letiyu so dnya rojdeniya), *Uch. Zap. Kazan. Un-ta*, 2011, vol. 153. book 3, pp. 6–21.

Received 02.03.2013

Aminova Asya Vasiljevna, Doctor of Physics and Mathematics, Professor, Department of Relativity Theory and Gravity, Kazan (Volga Region) Federal University, ul. Kremlevskaja, 18, Kazan, 420008, Russia.

E-mail: avaminova@gmail.com