A. V. Aminova, G. S. Hall

Alexei Zinovievich Petrov

Life and activity

А. В. Аминова, Г. С. Холл

Алексей Зиновьевич Петров

Жизнь и деятельность

Алексей Зиновьевич Петров

Алексей Зиновьевич Петров (Георгиевский) родился 28 октября (15 октября по старому стилю) 1910 года в волостном селе Кошки Самарской губернии в семье сельского священника Зиновия Васильевича Георгиевского и Зои Николаевны Цареградской. Алексей был двенадцатым, предпоследним ребенком в большой семье, рос слабым и малоподвижным. В 1915 году, когда Алеше было пять лет, от туберкулеза умер его отец, и заботы по воспитанию детей всей тяжестью легли на плечи матери. Одно из самых ранних воспоминаний Алексея Зиновьевича — о том, как подняли его ночью с постели и подвели прощаться к умирающему отцу. Другое яркое воспоминание детства — большой пожар, в котором сгорел родной дом и все, что в нем было. Эта беда принесла осиротевшей семье новые лишения и заставила мать, Зою Николаевну, отдать двух последних сыновей-погодков — Алешу и Севира на воспитание их тетке по отцу, сельской учительнице Екатерине Васильевне Петровой, работавшей в том же селе. Позже Е. В. Петрова усыновила мальчиков, дав им свою фамилию. «Тетка по характеру была энергичной, очень настойчивой, даже чрезмерно властолюбивой женщиной. Она оказала на нас большое положительное влияние, — было с кого брать пример», — вспоминал Наркис Зиновьевич Георгиевский.

Начальное образование Алексей Зиновьевич получил в селе Кошки, а школу-семилетку окончил в 1926 году в городе Мелекессе. Он очень любил книги и много читал, но учился неважно, отставая по математике. Дело дошло до переэкзаменовки. Это задело самолюбие мальчика. Он засел за учебники и все лето упорно занимался. Осенью вызванный к доске незадачливый ученик, от которого все ждали очередного провала, не только молниеносно решил поставленную задачу, но и блестяще справился со всеми остальными задачами, которые еще и еще предлагал ему изумленный учитель. После этого первенство Алеши Петрова в математике было в классе неоспоримым.

В этом эпизоде, возможно, определившем судьбу будущего ученого-математика, уже ясно видны основные черты характера Алексея Зиновьевича Петрова — сильная воля, трудолюбие, замечательное упорство в достижении цели.

После окончания школы Алексей поступил в Мелекесский педагогический техникум, но через год, в связи с выходом приемной матери на пенсию, был вынужден оставить учебу и поступить на работу. Он переехал в Саратов и в течение четырех лет работал сначала подручным маслотопа, потом столяром. Жил очень трудно, но в любых обстоятельствах, несмотря ни на что, много, упорно и жадно занимался, — готовился к поступлению в вуз. Его сестра вспоминает, что, приехав в Саратов, она была поражена, обнаружив брата в сарайчике-курятнике, который он снимал за небольшую плату и в котором, не обращая внимания на неудобства, упрямо продолжал заниматься.

В 1931 году Алексей вместе с младшим братом Севиром приехал в Казань и начал работать столяром на строительстве Казанской ТЭЦ-1. Спустя десятки лет Алексей Зиновьевич вспоминал об этом и при случае с гордостью показывал сделанные его руками оконные рамы и переплеты на здании ТЭЦ.

В Казани братьям жилось трудно, но Алексей по-прежнему много занимался. У него была только одна цель, одна страсть — учеба, знания. Как-то, роясь в развале книг на толкучке, Алексей нашел вузовский учебник по высшей математике и начал его читать. Это окончательно решило его судьбу. Выбор был сделан. В 1932 году он экстерном сдал экзамены за среднюю школу и после краткосрочных курсов по подготовке в вуз поступил на физико-математический факультет Казанского университета.

Было время первых пятилеток, время великих планов, больших надежд и всеобщего энтузиазма. Вместе с молодой советской страной период замечательного расцвета переживал Казанский университет. На физмате вернувшийся из Геттингена полный замыслов и молодого энтузиазма проф. Н. Г. Четаев создавал свою знаменитую "Казанскую программу", которую потом блестяще претворил в жизнь. Переехавший незадолго до этого в Казань член-корреспондент АН СССР Н. Г. Чеботарев собирал вокруг себя талантливую молодежь, подготавливая создание казанской алгебраической школы, а «глубокие исследования проф. П. А. Широкова в области теории римановых и обобщенных пространств вновь выдвигали Казанский университет на одно из первых мест в деле развития неевклидовой геометрии в соответствии со славными традициями, заложенными великим Лобачевским» [1].

Этих людей, которые впоследствии станут учителями Алексея Петрова, объединял горящий в их сердцах чистый пламень служения науке, высокое понимание ее целей, величайшая самоотверженность и высокие нравственные принципы.

Этим идеалам А. З. Петров будет следовать всю жизнь, которую твердо решил посвятить науке. Предстоящий путь потребует от него мужества и самоотречения. Он готов к этому. Суровая юность выковала в нем твердый, не знающий страха и колебаний, характер. В нем горит неукротимое желание работать.

Первокурсники физмата, приступившие к занятиям 1 сентября 1932 года, сразу заметили способного и остроумного студента А. Петрова.

"Я познакомился с А. З. [2] в 1933 году, когда перешел на механико-математическое отделение и стал математиком, студентом 47-й группы, в которой учились А. В. Дороднов, А. П. Заборская, И. В. Курашов, М. В. Назеев, А. К. Захаров, А. З. Петров и др. — вспоминал бывший однокурсник А. З. Петрова доцент Вениамин Григорьевич Копп. — С самого начала я слышал востор женные отзывы как об А. З. Петрове, так и об Анатолии Васильевиче Дороднове, которые «мощно решают любые задачи» и вообще «здорово знают математику». Уже тогда я приметил А. З. Петрова, который выбирал трудные задачи и упорно думал над ними, доводя до решения. Это особенно проявилось после того, как часть студентов 47-й группы стала специализироваться по геометрии. Шефство над этой группой геометров взял Петр Алексеевич Широков.

В университете на мехмате лекции читали блестящие ученые: Н. Г. Чеботарев, П. А. Широков, Н. Н. Парфентьев, Б. М. Гагаев, Н. Г. Четаев, В. А. Яблоков, Е. И. Григорьев, К. П. Персидский. Начинали свою преподавательскую деятельность Б. Л. Лаптев, И. Д. Адо. Это были звезды, собственно говоря, поэтому я и изменил физике. Вот таких шатаний у А. З. не было. Человек он был исключительно целеустремленный, занимался упорно и результативно.

Свое математическое мышление А. З. выработал, решая трудные задачи, в частности, из книги В. Бляшке «Дифференциальная геометрия». Одну из них — о кривых постоянной ширины — А. З. довольно быстро решил и немного подтрунивал над теми, кто с ней не мог справиться. Я сейчас не помню, какие еще задачи из книги Бляшке А. З. решал, но знаю, что правильность решения одной довольно трудной задачи он доказывал Широкову. Чего-чего, а школярства у А. З.

---

[1] Из предисл. Б. Л. Лаптева к кн. П. А. Широкова «Избранные работы по геометрии», Казань, 1966.
[2] «А. З.» — так называли за глаза А. З. Петрова его ученики и сотрудники.

не было ни капли. Он занимался тем, что его интересовало, а если уж нет, даже в конфликты с преподавателями был готов вступить. Так, его как-то пробовал «пожурить» Константин Петрович Персидский за то, что он не выучил что-то из теории функций комплексного переменного. А. З. так вспылил, что ушел почти с середины занятий и едва ли дверью не хлопнул.

Когда гениальный Широков овладел нашими умами и мы решили заняться геометрией, я чаще стал общаться с Алексеем Зиновьевичем. Бывал я и в общежитии на улице Гоголя, где он жил вместе с Сашей Андриановым, Левой Селивановым и Петей Камеристовым в комнате на втором этаже.

Рядом с нами, кого он часто называл «зелень», А. З. был «зрелым» студентом. Это способствовало его трезвому подходу к жизненным проблемам и помогало заниматься настойчиво и целеустремленно, невзирая на разные житейские трудности. А трудности, конечно, были. Но никогда, ни при каких обстоятельствах А. З. не терял оптимизма и обладал исключительным чувством юмора, который порой носил характер соленой мужской шутки. А уж как он занимался! Иногда, бывало, зайдешь к А. З. в то время, когда он работал. На все вопросы и попытки заговорить он отвечал своеобразным «мычанием». Если уж услышишь такое мычание, так лучше уходи. От работы его нельзя было оторвать.

Когда был закончен университет и настала пора поступать в аспирантуру, А. З. Петров был первым кандидатом. Лишь по обстоятельствам, не связанным с математикой, А. З. не удалось сразу поступить в аспирантуру.

А. З. имел твердые и целеустремленные установки в жизни. Он много давал хороших советов нам, «зеленым» студентам. Как-то на вечере, увидев, что я не танцую, а робко жмусь к стене, он сказал: «Надо танцевать. Иногда это важнее математики». Для меня это было каким-то откровением".

После окончания университета А. З. Петров преподавал сначала в Йошкар-Олинском, затем в Казанском педагогических институтах, а с декабря 1939 года был зачислен в штат Казанского авиационного института. Одновременно он работал над кандидатской диссертацией, как всегда, упорно, неистово, не различая времени суток, не замечая, сыт или голоден, довольствуясь подчас куском хлеба и стаканом воды.

Первые научные исследования А. З. Петрова были посвящены решению классической геометрической задачи о геодезическом отображении римановых пространств неопределенных метрик, поставленной перед ним его учителем профессором Петром Алексеевичем Широковым. В опубликованной им после войны работе (1949) приводятся канонические формы метрик геодезически соответствующих трехмерных римановых пространств и намечается решение задачи для одного типа n-мерных римановых пространств [1].

Работа под руководством проф. П. А. Широкова во многом определила научную судьбу А. З. Петрова. П. А. Широков был одним из крупнейших и наиболее эрудированных советских геометров. По воспоминаниям проф. В. В. Морозова, вряд ли могла существовать геометрическая работа, укрывшаяся от внимания П. А. Широкова. Изучая и пропагандируя наследие Лобачевского, участвуя в проведении международных конкурсов на премию им. Лобачевского и издании материалов этих конкурсов, отражавших новейшие достижения в области неевклидовой геометрии [1], П. А. Широков был хорошо знаком с идеями

---

[1] Решение 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.

великого геометра о влиянии материи на свойства пространства, предвосхищавшими общую теорию относительности (теорию гравитации) Эйнштейна, а также с приложениями, которые находила геометрия Лобачевского и ее обобщения в теоретической физике. 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».

П. А. Широков был не только крупным ученым, но и человеком выдающихся личных качеств. Он имел большое влияние на Алексея Зиновьевича и оставил в его душе глубокий след. А. З. был благодарным учеником. С редким постоянством он пользовался каждым случаем, чтобы воздать должное своему учителю, приложил много сил, готовя к печати его труды и настойчиво добиваясь вместе с проф. Б. Л. Лаптевым их издания, был их ответственным редактором [2]. Говорил с большим уважением и любовью, почти нежностью о своем учителе и — с горечью и даже гневом — о его ранней кончине в феврале 1944 года. Считал, что смерть Петра Алексеевича была ускорена трудностями военного быта. Словно, будь он рядом с учителем в трудные военные годы, сумел бы его спасти. Поделился же он с ним в голодном 1941 году мерзлой картошкой, которую вместе с сотрудниками и студентами КАИ заработал в колхозе и за которой пришел к нему домой, на ул. Комлева, Саша Широков (впоследствии заслуженный деятель науки РСФСР, заведующий кафедрой геометрии КГУ Александр Петрович Широков).

В декабре 1941 года А. З. Петров закончил работу над кандидатской диссертацией по проблеме геодезических отображений римановых многообразий, но защита ее была отложена, ибо его как командира запаса призвали в армию. В сорокаградусную декабрьскую стужу его провожали на фронт. Одет он был легко, не по погоде. Родственники сообща одели его, сняв с себя свитер, варежки, валенки, шапку. Отправка задерживалась, и было позволено уйти домой. Так повторялось несколько раз. Каждый день прощались и потом радостные возвращались обратно, домой на ул. Комлева. На третий или четвертый день его отправили в Горький, где он должен был пройти переподготовку, знакомясь с минометами. Через полгода Алексей Зиновьевич уехал на фронт, под Москву, командиром огневого взвода минометчиков.

В январе 1943 года командир батареи А. З. Петров получил кратковременный отпуск для защиты кандидатской диссертации и после успешной защиты (30 января во 2-й физической аудитории Казанского университета) уехал обратно в часть. В августе того же года после тяжелого ранения Алексей Зиновьевич был демобилизован и вернулся домой инвалидом Отечественной войны 2-й группы. Был болен, раздражителен. Спустя полтора года после длительного лечения инвалидность была снята.

После демобилизации Алексей Зиновьевич работал доцентом на кафедре высшей математики КАИ, где в 1945 году вступил в партию. Вступлением в партию

---

[1] Список 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.

[2] Широков П. А. Избранные работы по геометрии. Казань, 1966.

очень гордился. Писал братьям восторженные слова об этом событии, дорожил званием коммуниста и был всю жизнь ему верен. В том же году перешел в университет, на кафедру геометрии, которой после смерти П. А. Широкова заведовал проф. А. П. Норден. К этому времени Алексей Зиновьевич был женат на Людмиле Николаевне, и у него был маленький сын Алеша. Им пришлось покинуть благоустроенную ведомственную квартиру на ул. Комлева и переехать в общежитие университета, которое размещалось в здании геологического факультета, в комнату, лишенную удобств. Но работа в университете сулила большие возможности для занятий наукой, а жизненные удобства Алексей Зиновьевич ценил мало и не особенно дорожил ими.

В послевоенные годы окончательно сложились научные интересы А. З. Петрова — приложения математических методов (геометрии, теории групп, алгебры) к теории физического поля. С 1946 года он начал изучение пространств Эйнштейна *n* измерений, а в 1952—1954 годах доказал замечательную теорему для четырехмерных пространств Эйнштейна лоренцевой сигнатуры, 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). А. З. Петров показал, что определенные им классы пространств не являются пустыми, и для каждого из них определил функциональный произвол в решении уравнений Эйнштейна. Впоследствии пространства Эйнштейна первого, второго и третьего типов Петрова получили исключительно важную интерпретацию в общей теории относительности. Выяснилось, что принадлежность ко второму и третьему типам Петрова указывает на присутствие в пространстве гравитационного излучения. Тем самым удалось пролить свет на один из самых сложных и запутанных вопросов общей теории относительности.

Позднее (1958 г.) А. З. Петров обобщил результаты, полученные им для пространств Эйнштейна, установив классификацию полей тяготения общего вида в соответствии с алгебраической структурой введенного им «тензора пространства-материи».

Классификация Петрова получила широкую известность у нас в стране и за рубежом. На ее основе написаны десятки диссертаций. Ей посвящен специальный раздел «Физической энциклопедии» (Hand Buck d. Physik, t. 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 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 на кафедру дифференциальной геометрии Московского университета. 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 изучения 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 трех типов 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.

В докторантуре А. З. работал очень много, по обыкновению не щадя себя. Особенно трудно продвигалась работа над третьим типом пространств Эйнштейна с группами движений. Он мучительно долго искал примеры таких пространств.

В 1956 году после возвращения из докторантуры А. З. предложили возглавить приемную комиссию университета. Сердце, уставшее от напряженной работы над докторской, не выдержало новых волнений. С инфарктом миокарда Алексей Зиновьевич был помещен в Старую клинику — напротив университета,— к проф. З. И. Малкину. Едва миновала первая опасность, потребовал чтобы выписали. Когда отказали, заставил жену принести в больницу карандаш, бумагу и начал заниматься. Врачи негодовали, грозили тяжелыми последствиями, но сломить его упорства не могли.

Через пять лет, в 1961 году, все повторится. В поезде, идущем в Москву, Алексею Зиновьевичу внезапно станет плохо. Он будет задыхаться. Его спасет лишь присутствие Людмилы Николаевны. На станции Зеленый Дол его снимут с поезда в очень тяжелом состоянии. По дороге в больницу Людмиле Николаевне скажут, что Алексей Зиновьевич умирает. Потом будет мучительная ночь в больнице. К утру ему станет лучше. В тот же день он начнет упорно требовать, чтобы его отправили в Казань. Сломив сопротивление врачей, вынудит Людмилу Николаевну взять на себя ответственность за последствия. Будет дана машина и медсестра, и очень тихо они доедут до Старой клиники. Снова он потребует книги и, несмотря ни на какие запреты и уговоры, будет упрямо заниматься, принимать и консультировать аспирантов, будет настаивать на досрочной выписке домой, где его занятиям не будут мешать

Отношение А. З. к болезни не было бравадой или легкомыслием, — болезнь была для него лишь досадной помехой, от которой нужно было поскорее избавиться.

В октябре 1956 года А. З. Петров стал профессором кафедры геометрии Казанского университета, а в 1960 году возглавил первую (и до сих пор единственную) в Советском Союзе кафедру теории относительности и гравитации, основанную при его деятельном участии на физическом факультете Казанского университета [1].

Не прекращая научных исследований, А. З. Петров отдавал в это время много сил организационной и педагогической работе. Имея ясный аналитический ум и мастерски владея аудиторией, Алексей Зиновьевич был блестящим лектором. Его лекции и публичные выступления немало способствовали привлечению талантливой молодежи на организованную под его руководством кафедру. С поразительной даже для него энергией и работоспособностью А. З. Петров готовил и читал в это время множество спецкурсов по гравитации, теории относительности и смежным дисциплинам [2], отдавал много времени научной работе со студентами, аспирантами и ассистентами кафедры, руководил несколькими постоянно

[1] В 1960 году физмат был разделен на два факультета — физический и механико-математический.

[2] Количество этих спецкурсов и простое перечисление их названий впечатляют глубиной и универсальностью постановки образования на кафедре: 1) Специальная теория относительности; 2) Общая теория относительности; 3) Риманова геометрия; 4) Теория групп Ли с приложениями в физике; 5) Теория спиноров; 6) Основы квантовой теории поля; 7) Релятивистская физика и основы космологии; 8) Экспериментальные основы теории относительности; 9) Классическая теория потенциала. Читались еще основы теории дифференцируемых многообразий, топологии и расслоенных пространств. До сих пор кафедра остается уникальной по числу и разнообразию читаемых спецкурсов, число которых существенно увеличилось в связи с созданием в 90-х гг. магистратуры. Кроме того, с самого основания кафедра несет на своих плечах все математическое образование физического факультета.

действующими семинарами и редактировал периодический сборник «Гравитация и теория относительности», издаваемый Казанским университетом. За короткий срок он воспитал целую плеяду талантливых учеников, создав научную школу, известную далеко за пределами Казани, у нас в стране и за рубежом. Многие из учеников продолжали работать в Казанском университете. Среди них профессора В. Р. Кайгородов (заведующий кафедрой теории относительности и гравитации) и А. В. Аминова, доценты А. М. Анчиков, В. И. Башков, Р. Ф. Билялов, В. И. Голиков, М. Ш. Якупов, С. П. Евтушенко и др. Другие его ученики трудились в различных научно-исследовательских центрах страны — доктор физ.-мат. наук К. А. Пирагас (Киев, Вильнюс), доц. В. А. Добровольский (Москва), проф. Р. С. Сингатуллин (Уфа), доц. М. Г. Галстян (Ереван) и др.

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 5 человек кафедра теории относительности и гравитации превратилась в головную организацию по проблеме «Гравитация» в СССР.

В 1960 году Алексея Зиновьевича утвердили председателем секции гравитации Научно-технического совета МВ и ССО СССР (ученый секретарь А. В. Гусева–Аминова) и председателем Советской комиссии в Международном комитете по гравитации и теории относительности. А. З. Петров занимал эти посты до конца своей жизни, сыграв большую роль в организации и развитии исследований по гравитации в Советском Союзе. 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 (Бонди, Лихнерович, Пенроуз, Пирани, Сакс, Хокинг и др.). При этом находил еще время отвечать на письма школьников и студентов.

Общественная и организаторская деятельность А. З. Петрова составляла второй план его жизни. На первом месте, как и прежде, была научная работа. Развивая инвариантно-групповые методы исследования в общей теории относительности, А. З. Петров решает вместе со своими учениками целый ряд задач, связанных с определением тех пространств, которые допускают симметрии в форме конечных и бесконечно малых преобразований, отражающих реальные симметрии пространства-времени.

Теоремы А. З. 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.

Одной из наиболее сложных проблем общей теории относительности является определение энергии гравитационного поля. Пытаясь найти подход к решению этой проблемы, А. З. Петров пишет в 1963 г. серию статей, в которых исследуется алгебраическая структура тензора энергии-импульса и его первых ковариантных производных.

В 60-е гг. выходят из печати монографии А. З. Петрова «Пространства Эйнштейна» (1961 г.) и «Новые методы в общей теории относительности» (1966 г.), подытоживающие результаты его многолетних исследований. Эти монографии, занимающие особое место в мировой литературе по общей теории относительности, быстро получили всеобщее признание и были переведены на многие иностранные языки.

Наряду с решением фундаментальных математических проблем теории Эйнштейна Алексей Зиновьевич Петров много времени уделял анализу физических основ этой теории и поискам путей ее развития. В 1967 году появляется его работа «Основы общей теории поля», в которой строится теория физического поля, основанная на предположении, что различные физические поля описываются бивекторами, и обосновывается необходимость принятия четырехмерного риманова пространства лоренцевой сигнатуры в качестве физического пространства-времени.

Стремясь преодолеть некоторые присущие общей теории относительности трудности, А. З. Петров в конце 60-х годов занимается проблемой моделирования физических полей. Он пишет большое число статей, посвященных определению изоморфных с точки зрения поведения пробных частиц представлений теории тяготения, включающих как частное теорию Эйнштейна.

Алексей Зиновьевич проявлял постоянный интерес к вопросам экспериментального обоснования и подтверждения общей теории относительности, организовал экспериментальную лабораторию при кафедре теории относительности и гравитации, а впоследствии, во время своей деятельности в Институте теоретической физики АН УССР, руководил совместно с проф. В. Б. Брагинским (МГУ) экспериментами по обнаружению гравитационного излучения.

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

Работал А. З. по-прежнему много, не меньше двенадцати часов в сутки. Занимался обычно за журнальным столиком, сидя на диване в своем кабинете — большой угловой комнате со срезанным углом, с портретами П. А. Широкова и А. Эйнштейна по стенам, выходящей окнами на шумный перекресток заполненных транспортом улиц Кирова и Чернышевского. Вставал, по обыкновению, в 6—7 утра, после завтрака садился заниматься до двенадцати или дольше, потом пил кофе и шел в университет. Обедать приходил в шесть-семь вечера, читал газеты, отдыхал и опять работал до двенадцати, потом слушал радио и разбирал шахматные партии. Шахматы очень любил, приохотил к ним учеников и регулярно проводил на кафедре шахматные турниры. Работал и летом на даче, в санатории.

Как-то еще находил время читать. Мог вдруг удивить знанием малоизвестного поэта или писателя, в разговоре был интересен, насмешливо-остроумен.

Очень любил своих детей — сына Алексея и дочь Ольгу, родившуюся в 1953 году. Когда был в докторантуре, переписывался с восьмилетним сыном, направлял его, давал советы, учил быть выдержанным.

Людей судил по делам, меряя их выбранной для себя суровой меркой. Ценил честность. Не терпел болтовни, халатности, недобросовестного отношения к делу и беспощадно с ними боролся.

Воспитывая учеников, был едко насмешлив, если их ошибки были следствием торопливости, непродуманности или неоправданной уверенности в себе.

Недобросовестность в научных исследованиях вызывала его ярость. Требовал от учеников величайшей ответственности за каждый самый маленький научный вывод.

Это была прекрасная школа. Его уроки запоминались на всю жизнь. Говорил мало, неторопливо, подчиняя слушателей скупыми, властными, точными словами. И писал так же, отбрасывая все ненужное, обнажая суть. Его энергичные, лишенные трафаретной гладкости острые фразы хорошо запоминались. Того же требовал от учеников, насмешливо выправляя суконный язык» их первых статей. 26 декабря 1969 года А. З. Петров был избран академиком АН УССР, а в июле 1970 года возглавил отдел теории относительности и гравитации Института теоретической физики АН УССР.

Уезжая в Киев, был не похож на себя, грустен, не вполне здоров — простудился ранней весной у открытого окна женевского отеля. В Киеве много болел. Лежа в клинике у знаменитого хирурга Н. М. Амосова, продолжал работать. Ежедневно по специальному графику принимал в своей палате аспирантов и сотрудников отдела, руководил, консультировал.

В апреле 1972 года за цикл работ «Инвариантно-групповые методы исследования в теории гравитации» А. З. Петрову была присуждена Ленинская премия, а 9 мая того же года он умер в больнице, на другой день после операции. Тромб вошел в сердце и остановил его.

Незадолго до смерти, в самом конце 1971 года, Алексей Зиновьевич приезжал в Казань. Был молчаливым, отрешенным, словно отгороженным от всех невидимой стеной. В разговоре с В. Г. Коппом сказал, что «живет в прекрасной квартире с окнами в сад. Кругом тишина. Вот где замечательно работать».

Эти слова лучше всего выражают существо человека, чье стремление к знанию было неукротимо и прекрасно, как полет стрелы, выпущенной из туго натянутого лука точно в цель.

A. Z. Petrov

By A. V. Aminova
Translated by M. I. Noskov
Edited by G. S. Hall

Born in Volost village of Koshki, the Samara guberniya, on October 28 (15, according to the Old Style), 1910, Alexei Zinovievich Petrov was the eleventh of twelve children in a large family of the village pastor. He was sickly and of a sedentary nature as a child. His father died of tuberculosis when Alyosha (the diminutive of Alexei) was only five years old. Shortly after this event his own home caught fire and the house with all its contents was completely destroyed. The disaster compelled his mother, Zoya Nikolaevna, to give over her two youngest sons, Alyosha and Sevir, the former being a year older than the latter, to their paternal aunt, Ekaterina Vasilievna Petrova a village teacher. It was she who adopted the boys and gave them her surname.

In the village of Koshki, Alexei Zinovievich received elementary education and then, in 1926, he finished a seven-year school education in the provincial town of Melekes. He was very fond of reading and read many books. But at school he did not study well and was behind the class in mathematics. In fact his mathematics teacher had to postpone his mathematics examination until the autumn. This hurt the boy's pride and he got down to work. For the whole summer he had been studying hard and in autumn, when the teacher called on the hapless pupil to answer at the blackboard, everybody in the class expected nothing of him but another failure. He not only managed to solve the mathematical problem put to him with lighting speed but also coped perfectly with all the other tasks that the astonished teacher offered to him. This episode hinted clearly at the mathematical future of Alexei Zinovievich and his main traits and character — strong will, propensity to work hard and a remarkable persistence in gaining his ends.

After finishing the school Alexei entered the pedagogical college of Melekes. However, after one year he had to leave and find employment due to the retirement of his foster-mother and the consequent financial hardship this implied. He worked in Saratov as a carpenter.

In 1931 he, together with his brother Sevir, found work in Kazan in the building of a thermal electric power station. The brothers' lives were hard but still Alexei studied avidly, stubbornly and hard. He was preparing himself for the entrance examinations to the University. Once when he was searching for books at a bookstall Alexei came across a university textbook on higher mathematics and began to read it. This finally decided his fate. The choice was made and in 1932 he passed the external secondary school final examination and entered the department of physics and mathematics at the University of Kazan. That was the time of the first of the five-year plans , the time of great aims and high hopes and everyone's enthusiasm.

Together with the young Soviet Union the University of Kazan was at the height of the remarkable uplift. On returning from Gottingen, Professor Nikolai Gurievich Chetaev, full of plans and youthful enthusiasm, set to work on his famous "Kazan program" and which he successfully carried out afterwards. Nikolai Grigorievich Chebotarev, a corresponding member of The Academy of Sciences of the USSR, who had moved to Kazan shortly before, united the talented youth round himself to found an algebra school in Kazan. Profound investigations carried on in the theory of Riemann and generalized spaces by Professor Petr Alexeyevich. Shirokov once again put the University of Kazan in the foreground in the development of non-Euclidean geometry.

These people, who had a common desire in their hearts to serve the cause of science, an exalted understanding of its meaning, and strong moral principles, became mentors for Alexei Petrov. He had been true to his ideals all his life. The first-year students of the department of physics and mathematics at once took notice of this clever student A. Z. Petrov who had a reputation for being able "to solve any problem straight off" and for being "very good at mathematics" . "And how he studied!" — recalls his fellow-mate, Assistant Professor Veniamin Grigorievich Kopp, who was in the same year as Petrov. "You would often drop in to see him while he was working and try to talk to him but Alexei answered all the questions with an inaudible mumble, characteristic of him at work. If you heard such a mumble you ought to leave — it was impossible to tear him away from his work.

The gifted and persistent student drew the attention of Professor P.A. Shirokov. His working under Professor P.A. Shirokov determined in many respects the fate of A. Z. Petrov in science. At that time P. A. Shirokov was one of the most prominent and erudite Soviet geometers. He was intimately acquainted not only with N.I. Lobachevsky's ideas about the influence of matter upon the properties of space (and which became a forerunner of the gravitation theory by A. Einstein) but also with the applications of Lobachevskian geometry and its generalization to theoretical physics. At the time when Einstein's theory was in its infancy and many physicists considered it as being hard to understand due to the complexity of the mathematical techniques used and to its esoteric nature P.A. Shirokov foresaw the enormous potential of the theory and the new challenge and opportunities it posed to his research students. The theme he offered to Petrov would become afterwards the theme of Petrov doctor's thesis and its name would become the title of Petrov's classic monograph "Einstein spaces".

After graduating from the University A. Z. Petrov worked as a teacher in many Kazan institutes and at the same time did his PhD work under Professor P.A. Shirokov, working hard day and night. Sometimes he existed on just a piece of bread and a glass of water. His studies were interrupted by the war. In December, 1941, in a bitter forty-degree frost, Alexei Zinovievich was sent to the front at Moscow to command a mortar detachment. As a result he did not have the time to defend his dissertation.

The defence of his dissertation successfully passed off in January, 1943 when battery commander A. Z. Petrov received a short leave of absence for it. But in August that year he was badly wounded and returned home as a disabled soldier of the Great Patriotic War and was placed in the second highest group of disablement. He became ill and irritable. The disability status would be cancelled far later and after a long treatment. After his demobilization Alexei Zinovievich worked as an Assistant Professor in the Kazan Aviation Institute where in 1945 he joined the Communist Party. He was very proud of it , writing enthusiastic letters to his brothers about this event, and having high regard for the title of communist. He was loyal to it all his life. Later that year he transferred to the Geometry section of the University. By that time Alexei Zinovievich had already married and had a little son Alyosha. The family had to leave their comfortable institute flat and move to a room without modern conveniences in a university hostel. Work in the University promised a vast opportunity for pursuing science and material comforts were of little importance to Alexei Zinovievich. He never valued them. Early in the post-war years Petrov completely formed his scientific predilections: the application of mathematical methods (geometry, group theory, algebra) to physical field theory. In 1946 he began research in the theory of Einstein spaces and in 1952—54 proved a remarkable theorem that afterwards brought him world fame. The theorem stated the existence of three types of Einstein spaces (called Petrov types in the present world literature). This "Petrov Classification" as it is now known has proved immensely useful in the description and finding of exact solutions of Einstein's field equations and in the study of gravitational radiation.

Thus, it became possible to shed light on one of the most complex and intricate questions of the general theory of relativity. The classification of Einstein spaces according to the three types became the basis of Petrov's doctoral thesis and was defended with huge success in 1957 in the State University of Moscow (MSU).

In Moscow he had been working very hard as usual, never sparing himself, and upon returning to Kazan after the completion of his doctoral research, he headed the University selection committee. But the overwrought heart could not put up with the new anxiety. With the diagnosis of cardiac infarction Alexei Zinovievich was placed in the old hospital just opposite the University, under the observation of Professor Z. I. Malkin. Hardly was the first danger past when he demanded that he should be discharged from the hospital. His appeal was refused. Then he persuaded his wife to bring him pen and paper and began to work in the hospital. The doctors were indignant about it and threatened him with heavy consequences but were unable to overcome his stubbornness. This was all to recur in five years time and again, despite all prohibitions and persuasions, he stubbornly carried out research, met with and consulted post-graduate students and insisted on his early discharge from hospital to his home where his research would not be impeded. This attitude of A. Z. (as his friends referred to him) to his disease was not bravado or levity of mind — to him, the disease was nothing more than a disappointing obstacle which he had to get rid of as soon as possible.

In October, 1956 A. Z. Petrov became Professor at the Geometry Chair of the University of Kazan and in 1960 he headed the Chair of Relativity Theory and Gravitation which he helped to found at the University of Kazan (and which was the first and up to now the only one in the Soviet Union). Without interrupting his scientific investigations at that time, Petrov expended much effort on organizational and methodical work. He was a brilliant lecturer. With immense energy and an outstanding ability to work hard he delivered a large number of special courses on gravitation, relativity theory and related disciplines (and even now the Chair remains unique for the number and variety of special courses read at it). He devoted much time to work with students, post-graduates and Chair's assistants, headed several regular seminars and was an editor of the periodic collection of works "Gravitation and the Relativity Theory" published by the University of Kazan. For a short time he managed to bring up a whole galaxy of talented followers and created a scientific school that became famous far outside Kazan.

In 1960 Alexei Zinovievich Petrov was elected chairman of the section in the scientific council of the USSR devoted to gravitational investigations and chairman of the Soviet commission in the International committee for gravitation and the relativity theory. Petrov occupied these posts till the end of his life and played a significant role in the organization and development of investigations in the field of gravitation in the Soviet Union and abroad. In the 1960s two monographs by A. Z. Petrov "Einstein spaces" and "New methods in the general theory of relativity" were published, summing up the results of his investigations for many years. These monographs occupy a special place in the world literature on the general theory of relativity and were translated into foreign languages.

Alexei Zinovievich also showed keen interest in questions concerning the experimental confirmation of the general theory of relativity. For that purpose he organized an experimental laboratory at the Chair of the theory of relativity and gravitation and later, during his work in the Institute of Theoretical Physics of Ukrainian Academy of Sciences, he led together with Professor V. B. Braginsky (MSU) a series of experiments on the experimental observation of gravitational radiation. He was an active popularizer of the relativity theory, and his brochure "Space, time and matter" written in 1961 is characterized by a clear style easily understandable by the ordinary reader. This brochure ran into several editions and was translated into Japanese.

Meanwhile, A. Z. Petrov had been working as hard as ever, not less than twenty hours a day. As a rule he worked at a coffee table, sitting in a settee in his study — a large room, one corner of which had been cut off, with portraits of A. Shirokov and A. Einstein on the wall and the windows looking out on to the busy junction of Kirov and Chernyshevsky Streets.

He managed to find time somehow to read and would sometimes surprise you with a thorough familiarity of the works of some little-known poet or writer. He was interesting to talk to if occasionally his manners were a little on the sarcastic side and witty. He spoke little and slowly, subduing the listeners with sparing, imperious, exact words. He wrote in a similar way omitting the unnecessary and getting to the point quickly. His vivacious, keen phrases devoid of stereotypes were easily retained in the memory. He demanded the same of his students, derisively correcting the "vile jargon" of their first articles.

On December, 26, 1969 A. Z. Petrov was elected an academician of the Ukrainian Academy of Sciences (UAS) and in July 1970 he became Head of the department of relativity theory and gravitation in the Institute of Theoretical Physics of UAS. At the time of his departure to Kiev his final illness had begun In Kiev although he had been ill for a long time, he continued to work in hospital. Every day, according to a special schedule, he met in his ward with post-graduate students and department workers and directed and consulted them.

In April 1972 A. Z. Petrov was awarded The Lenin award for the series of works "invariant group methods for investigations in the relativity theory" On May, 9 that year he died in the hospital following an operation when a blood clot came into his heart.

Not long before his death, late in the year 1971, Alexei Zinovievich came to Kazan. He was taciturn and estranged, as if he had been secluded from the rest of the world by an invisible wall. During his conversation with V. G. Kopp he said "I live now in a beautiful room looking onto a garden. There is silence all around. That's the place where it is so wonderful to work in". These words reveal completely A. Z. Petrov's character as a man whose aspiration to knowledge was irrepressible and graceful like a flying arrow, sent from a tautly drawn bow, precisely hitting the target.

А. В. Аминова,
профессор Казанского университета,
доктор физико-математических наук

ЛИТЕРАТУРА

Аминова А. В. Алексей Зиновьевич Петров — В кн.: Рассказы о казанских ученых. Ред. В. В. Кузьмин. Казань: Тат. книжн. изд-во, 1983; Аминова А. В. А. З. Петров — В кн.: Лекционные заметки по теоретической и математической физике. Т. 1. Ч. 1. Под ред. А.В. Аминовой. Казань: БОГ, 1996; Аминова А. В. А. З. Петров как ученый и человек. — В кн.: Geometrization of Physics. Kazan Un-ty. Казань: БОГ, 1996; Аминова А. В. А. З. Петров. — Казань: Хэтер, 1999; Aminova A. V. A. Z. Petrov. Transl. M. I. Noskov. Ed. G. S. Hall. — Kazan: Heter, 2000.

ПЕТРОВСКИЕ ЧТЕНИЯ

Мемориальные Петровские чтения (Международная летняя школа по современным проблемам теоретической и математической физики, Petrov School) проводятся на базе Казанского университета при участии Государственного научного центра Российской Федерации "Институт теоретической и экспериментальной физики" (ИТЭФ, Москва) и Казанского физико-технического института ежегодно, начиная с 1987 года. Школа финансируется Российским фондом фундаментальных исследований, Министерством науки, промышленности и технологий России, Федеральной целевой программой «Интеграция науки и высшего образования России", а также Фондом НИОКР и Министерством по делам молодежи и спорту Республики Татарстан. Чтения проводятся с 22 июня по 3 июля в зоне отдыха, расположенной в 25 км. от Казани на берегу Волги и окруженной сосновыми и лиственными лесами. Интенсивная учебная и научная работа сопровождается занятиями спортом и отдыхом. В распоряжении участников школы — волейбольные и баскетбольные площадки, теннисные корты, лодочный парк и пляжи. Основные тенденции в работе школы заключаются в организации условий освоения современных методов научных исследований на мировом уровне в пределах отечества, привлечении для этого ведущих российских и зарубежных специалистов, сохранении, поддержании и развитии отечественных научно-педагогических традиций, создании в отдаленной перспективе на базе Казанского университета общепризнанного центра непрерывного образования (по примеру Международного центра теоретической физики в Триесте (Италия), с которым у организаторов школы подписан протокол намерений о сотрудничестве, и других подобных центров в Европе и США), а также сети таких центров на базе ведущих учебных и научных учреждений страны.

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.

В работе I–XIV Петровских чтений приняли участие более тысячи аспирантов, студентов и молодых ученых из разных регионов и городов страны (Сибирь, Урал, Башкирия, Татарстан, Республика Марий Эл, Алтайский край, Владимир, Казань, Краснодар, Москва и Московская область (Дубна, Пущино, Черноголовка), Нижнекамск, Нижний Новгород, Пенза, Пермь, Смоленск, Стерлитамак, Омск, Томск, Ульяновск, Уфа, Ярославская область и др.), стран СНГ (Белоруссия, Украина, Днепропетровск, Донецк, Киев, Харьков), а также Латвии и дальнего зарубежья. Крупными российскими и иностранными учёными, занимающими передовые позиции в мировой науке в области своих научных интересов, прочитаны сотни лекционных курсов и обзорных лекций, проведены дискуссии по актуальным проблемам теоретической и математической физики (теория бран, квантовые черные дыры, теория суперсимметрий, калибровочные теории, топология векторных расслоений, классические и квантовые интегрируемые системы, теория струн и суперструн, конформная теория поля, алгебраическая геометрия, топология слоений, конечно–разностные уравнения и численные методы в астрофизике, топология слоений, геометрическая теория дифференциальных систем, БРСТ-когомологии, аномалии, калибровочные теории на некоммутативных многообразиях, хордовые диаграммы и инвариантные тензоры, квантовая информатика на ЯМР–системах и др.). Молодые слушатели представили на суд лекторов более 500 кратких сообщений и стендовых докладов. Традиционная для школы разнообразная тематика представленных докладов как физического, так и чисто математического характера, была дополнена лекциями по физико-математическим аспектам квантовой информатики и биологической науки, что отражает передовые тенденции в развитии естественных наук и основные направления научных исследований в 21 столетии. Представленные на чтениях всемирно известные российские физические и математические научные школы внесли существенный вклад в развитие перечисленных выше направлений исследований и продолжают оказывать заметное влияние на решение указанных выше проблем.

Работа XI Петровских чтений проходила под знаком 275–летнего юбилея Российской академии наук. Этому событию были посвящены доклад Председателя Президиума КНЦ РАН, академика РАН А. И. Коновалова "Казань и Российская академия наук", содержащий множество примеров бескорыстного служения науке, и осмотр выставки "275 лет Российской академии наук", развернутой в Музее истории Казанского университета. На издания школы и предметы набора участника школы, включающего, помимо брошюр "А. З. Петров" и "А. П. Широков", книгу "Казань и Российская академия наук", были нанесены юбилейные логотипы, изготовлены майки с логотипом. После юбилейного доклада акад. А. И. Коновалова и выступления доц. М. А. Малахальцева, посвященного памяти профессора А. П. Широкова, состоялась лекция сопредседателя оргкомитета Петровских чтений? директора КФТИ КНЦ РАН, чл.–корр. РАН К. М. Салихова «Квантовые вычисления и квантовые компьютеры». Церемония завершилась выступлением лауреата Международных конкурсов мужского хора «Кафедра».

По традиции, официальное открытие XII Петровских чтений, посвященных 90-летию со дня рождения А. З. Петрова, прошло в мемориальном Актовом зале Казанского университета и сопровождалась концертом Ансамбля камерной музыки. После доклада проф. Г. С. Холла (Шотландия) "А. З. Петров. 90-лет со дня рождения" (см. далее), состоялись публичные лекции акад. РАЕН А. Р. Кесселя (КФТИ КНЦ РАН) "Квантовая информатика на ЯМР – системах" и проф. Н. П. Коноплевой (НПП ВНИИЭМ, Москва) "VI проблема Гильберта и теория калибровочных полей". Завершилась церемония открытия блестящим выступлением лауреата Международных конкурсов, народной артистки России, профессора Московской консерватории скрипачки Ирины Бочковой. На закрытии чтений с большим успехом выступил Мужской вокальный квартет Богородицкого Раифского монастыря.

XIII Петровские чтения открылись городской публичной лекцией профессора Мэрилендского университета Дитера Брилла (США) "90 лет со дня рождения Джона Уилера – великого физика XX столетия", прочитанной на русском языке, выученном профессором специально для этого события.

Постоянным атрибутом школы стал организованный в 1999 г. сопредседателем оргкомитета Петровских чтений чл.–корр. РАН А. Ю. Морозовым студенческий семинар, основной вклад в работу которого внесли студенты МФТИ, МГУ, НМУ (Независимый Московский университет), Казанского, Киевского и Томского университетов. Докладчиков — студентов отличали высокая культура речи, углубленное знание предмета и проистекающая отсюда уверенность, широта интересов и большая увлеченность. Если удастся удержать этих и подобных им студентов в российской науке, можно не беспокоиться за её дальнейшую судьбу.

Лекции на школе были существенно дополнены вечерними дискуссиями, которые проходили в форме увлекательной беседы и нередко заканчивались далеко заполночь. Темами дискуссий, которые не ограничивались сугубо научной тематикой, были история и перспективы отечественной и мировой науки, постановка высшего и среднего образования в России, реформирование образования, системы образования за рубежом. Обязательным элементом дискуссий были интервью с лекторами, жизненный путь которых вызывал живой интерес у молодых участников школы, служил для них поучительным примером высокой общей культуры, преданности науке и энтузиазма. Тесное общение с выдающимися учеными стало важным запоминающимся событием в жизни многих из молодых слушателей чтений, способствовало формированию их гражданской позиции и укрепляло их желание посвятить жизнь науке.

Начинаясь в аудитории, интервью заканчивались длинным интересным разговором у костра на берега Волги. Студентов интересовало все – и биографии лекторов, и перспективы развития физики и науки в целом, и отношение профессоров к искусству, литературе, музыке, спорту, возможностям личности и семейным отношениям. Токийский профессор Такаши Такебе отвечал на вопросы студентов на хорошем русском языке, который он специально выучил, чтобы иметь возможность свободно общаться с русскими учеными. В большой и важный разговор о судьбах российской науки вылилось интервью представителя Минпромнауки А. Л. Сударикова.

В сухую погоду лекции и интервью проходили на «лестницах» – окруженных соснами открытых площадках на берегу Волги с поднимающимися полукружием местами для слушателей; сюда выносились классные доски и громадный самовар с кипятком для чая. Очарованные волжской ширью и прекрасными закатами, участники нередко заканчивали интервью самодеятельным концертом с чтением стихов и пением.

Ежегодно проводятся совместные официальные (торжественная линейка), культурные и спортивные мероприятия со школьниками зональной летней физико-математической школы "Квант", для них читаются лекции, организуются конкурсы, олимпиады, даются интервью видных отечественных и зарубежных ученых. В пяти турах "Математической регаты "Архимед" в 1998 г. приняли участие 77 школьников ЛФМШ "Квант", объединенных в 19 команд (руководитель — член Ученого совета школы, известный специалист в области математического образования, старший научный сотрудник Института общего и среднего образования РАО, кандидат педагогических наук Т. М. Мищенко). В трех турах олимпиады 2000 г., организованной под руководством профессора Владимирского педагогического университета С. Е. Степанова, участвовали 40 школьников ЛФМШ "Квант" (10 команд). Победителям олимпиады вручены дипломы с эмблемой школы, памятные призы и научно-популярные брошюры. В состав жюри олимпиады 2002 г. вошли преподаватели и студенты — участники чтений: доцент Казанского университета М. А. Малахальцев, научный сотрудник ИТЭФ А. В. Червов, студенты МФТИ В. Е. Лысов и П. Е. Петров, обладатели соответственно золотой и бронзовой медали 32-й Международной физической олимпиады. В трех турах олимпиады приняли участие 32 школьника ЛФМШ "Квант" из Казани, Чебоксар, Набережных Челнов и др., объединенных в 8 команд. По итогам 4 туров победила команда Набережных Челнов, которая набрала 90 баллов из 120 возможных.

По материалам Петровских чтений подготовлено 21 печатное издание. Опубликованы шесть томов "Лекционных заметок по теоретической и математической физике" (под ред. А. В. Аминовой). Они находят применение в научных исследованиях в области теории поля и теории гравитации, физики элементарных частиц, космологии, математической физики, геометрии и топологии, информатике. "Лекционные заметки" используются в научных и учебно-методических целях (при чтении общих и специальных курсов, для подготовки диссертаций и т. п.). В серии "Новейшие проблемы теории поля" публикуются труды молодых участников чтений. Издаются тезисы докладов и историко–биографические очерки.

Во время работы школы состоялись три концерта классической музыки в исполнении математика и гитариста аспиранта К. Еникеева, получившие высокую оценку слушателей. Организованы сеансы одновременной игры в шахматы на 16 и более досках с чемпионом Татарстана 1998 г. и победителем чемпионата России среди клубов 1998 г. аспирантом К. Игудесманом. На вечере русского романса соревновались певцы Г. Чубаров (аспирант Нижегородского университета) и К. Андреев (молодой ученый из Уфы). К ним присоединился К. Гуменник (студент Донецкого университета, Украина). Запомнился слушателям моноспектакль инвалида 1-й группы аспиранта КГУ М. Люлинского "И смех, и слезы, и любовь…" на основе авторских стихов. Студенты представили отрывок из оперетты И. Штрауса "Летучая мышь" (исполнители: Н. Амбург (ИТЭФ), М. Люлинский и Г. Чубаров).

Для участников чтений были организованы экскурсии по Казани, осмотр музеев Казанского университета, путешествие на теплоходе по Волге в Великие Булгары (Булгарский государственный истотрико-архитектурный музей-заповедник) и на остров Свияжск, представляющий собой уникальный архитектурный ансамбль XVI–XVII веков, а также экскурсия в реконструированный и действующий Раифский монастырь (памятник архитектуры XVII века). В честь японской делегации был устроен прием в Республиканском центре "Сакура". Ежегодно проводятся водный праздник «День Нептуна» (в роли Нептуна блестяще выступил А. Ю. Морозов) и национальный татарский праздник «Сабантуй». В программе каждого дня школы — обязательный спортивный час, волейбольные и футбольные соревнования, игра в теннис, плавание и катание на лодках.

Работа школы привлекла внимание общественности, неоднократно освещалась в печати (газеты "Казанские ведомости", «Шахры Казан») и на радио Татарстана. Ей был посвящен специальный выпуск молодежной телевизионной программы «Лестница» (VI канал), три телевизионные передачи в программе "Новости Татарстана" (канал "Татарстан") и "Город" (канал "Эфир").

Были изготовлены красочные информационно-рекламные плакаты, создана и регулярно обновляется постоянная информационная интернет–страница на русском и английском языках, URL: http://www.kcn.ru/petrov_school. Страница содержит историко-биографический раздел и способствует пропаганде российской науки за рубежом.

Большую роль в становлении и развитии Петровских чтений сыграл проводящий эффективную молодежную политику заместитель руководителя Департамента фундаментальных и поисковых исследований Минпромнауки РФ В. Г. Жотиков (член оргкомитета школы), который пользуется заслуженным уважением научной общественности за свою демократичность, доступность, компетентность и высокий профессионализм. Существенную помощь в организации и проведении школы оказал главный специалист отдела молодежной политики Департамента фундаментальных и поисковых исследований В. Ф. Стенин. Министр по делам молодежи и спорту Татарстана М. М. Бариев посетил чтения, провел беседы со студентами и молодыми учеными, профессорами и руководителями школы, встретился с зарубежными делегациями. В подготовке чтений участвовала Лига студентов Республики Татарстан.

Развившееся в рамках чтений сотрудничество между Казанским, Томским, Киевским и другими университетами России и близкого зарубежья, с одной стороны, и ИТЭФ, ФИРАН и другими академическими институтами, с другой стороны, вылилось в постоянные научные контакты в форме студенческих и аспирантских командировок и стажировок в ИТЭФ, участия в совместных семинарах и научных проектах, школах и др. Большая заслуга в этом принадлежит руководителю лаборатории математической физики ИТЭФ чл.–корр. РАН А. Ю. Морозову и руководству ИТЭФ, активно способствующих привлечению молодежи к научным исследованиям. Благодаря Петровским чтениям полезные научные связи завязались между геометрами Нижнего Новгорода и физиками Томска; прочные научные контакты, включая студенческие стажировки, установились между региональными российскими и зарубежными школами (Англия, Италия, Франция, Мексика и др.).

Петровские чтения способствуют привлечению талантливой молодежи в сферу образования и науки, продвижению науки в регионы, предотвращению "утечки мозгов" из страны и укреплению международного авторитета отечественных научных школ и учебных центров. В результате работы школы создаются благоприятные условия для овладения современными методами научных исследований на мировом уровне.

А. В. Аминова,
председатель оргкомитета Петровских чтений

май 2003 г.

А. З. Петров. 90 лет со дня рождения

Лекция проф. Грэма Стэнли Холла (Шотландия) на церемонии открытия XII Петровских чтений (26 июня 2000 г., Музей истории Казанского университета)

To Professor A. Z. Petrov on his 90 Anniversary

Lecture of Professor Graham Stanley Hall (Aberdeen, Scotland) at the opening ceremony of the XII Petrov School held on June 26, 2000, in the Museum of the History of Kazan State University

Alexei Zinovievich Petrov was born in the village of Koshki, Samara on October 28 (October 15 in the old style calendar) 1910. He was the eleventh of the twelve children of the village pastor. Various catastrophies in his early years led to his adoption by his aunt Ekaterina Vasilievna Petrova and it is from her that he got his surname.

His early education in the town of Melex did not immediately suggest his illustrious future; he fell behind at mathematics! However the damage to his pride caused him to fight back and this experience together with a later one (when he discovered a higher university textbook on mathematics whilst browsing in a bookshop) secured his future in mathematics. He entered the department of physics and mathematics in the University of Kazan in 1932 and turned out to be a brilliant student. Although his later research was interrupted by the Second World War (in which Petrov played a significant role in the defence of Moscow and was badly wounded) he finally completed his PhD in Kazan under the guidance of Professor Shirokov.

The content of Petrov's doctoral work was to have a profound effect on Einstein's general theory of relativity. And since Einstein's theory is a geometrical theory of gravitation which rejects the *a priori* assumption of Euclidean geometry usually made in classical physics, it is fitting that Petrov's work should be accomplished in Kazan. For it was in that same institution that Nicolai Ivanovich Lobachevsky (1793-1856) carried out his famous pioneering work on non-Euclidean geometry. Petrov's work led to his appointment to the chair in Kazan in 1956 and he built a large and successful group around him. Petrov acquired a reputation for being immensely hardworking and also for his ability to focus attention on the important points in an argument and not to be diverted elsewhere. This trait shows itself in the clarity (and conciseness) of his scientific writings. Much of his most important work is described in detail in his book "Einstein Spaces" and it is, perhaps, through this book that non-Russian speaking relativists get their first direct experience of Petrov's work.

Although Petrov's research covered many topics, it is his famous classification ("The Petrov Classification") of gravitational fields that he will probably be best remembered for amongst mathematicians and physicists. This work was originally an algebraic classification of the curvature tensor of a space-time which is also an Einstein space (in the sense used by differential geometers). Since the details differ little from the situation when the curvature tensor represents a vacuum space-time, this work was inevitably applied to the Weyl conformal tensor of any space-time since this tensor has the same algebraic symmetries as a vacuum curvature tensor. The idea is to use the algebraic symmetries of the Weyl tensor to write it as a 6x6 real matrix and then to study the eigenvector-eigenvalue problem for this matrix with respect to a rank 6 quadratic form of signature $(+++---)$. Petrov showed that 3 main algebraic types arise (now labelled Petrov types I, II and III) together with a degeneracy of each of the types I and II, labelled D and N, respectively. With the trivial case (when the Weyl tensor vanishes at the point in question) labelled type O one has the complete set of Petrov types I, D, II, N, III and O for the algebraic nature of the Weyl tensor at each point of space-time.

Petrov's work was developed in two main directions, especially by Penrose and Pirani in England, Bel and Lichnerowicz in France, Debever and Geheniau in Belgium and Ehlers, Sachs and Kundt in Germany, but also by many others too numerous to mention. One of these developments was essentially physical and was analogous to a similar (but simpler) algebraic classification of the Maxwell tensor representing an electromagnetic field. It. attempted to link Petrov's classification with the existence of gravitational radiation. Perhaps the early attempts at this were too simplistic and a more realistic view is that in the general case a space-time is of Petrov type I and that the set of space-times of Petrov type N contain interesting examples of metrics suggesting gravitational radiation. The other development of Petrov's work was geometrical and one of the most elegant and useful aspects of this work was the discovery of certain special null directions associated with a point of space-time and which depended on the Petrov type at that point. This is, at least, for the present author the most beautiful of the consequences of Petrov's work and was achieved mainly by Bel, Debever and Sachs using tensor techniques and by Penrose who reformulated Petrov's ideas in an elegant spinor formalism.

Perhaps the most practically useful consequence of the Petrov classification has been in the quest for exact solutions of Einstein's field equations. In the early days of general relativity many of the exact solutions were found after imposing certain symmetries on the model in question (and, indeed, one of the most comprehensive discussions of space-times admitting metric symmetries is to be found in Petrov's "Einstein Spaces") After Petrov's work one could impose, in addition to symmetries, a particular fixed Petrov type at each space-time point. This technique, sometimes allied to the rather useful "Newman-Penrose formalism", enabled many more exact solutions of Einstein's field equations to be discovered.

At the end of 1969 Petrov was elected an Academician of the Ukrainian Academy of Sciences and moved to Kiev. In 1972 he received the Lenin award for his achievements . However many years of hard work had taken its toll on his health and on May, 9, 1972, Petrov died in hospital when, following surgery, a blood clot developed in his heart.

Let me now add some personal notes on Professor Petrov's work. I first came across the Petrov classification as a Ph.D student at the University of Newcastle-upon-Tyne in England in the early 1970s. Although I was working on Einstein's theory, I had, in fact, graduated in mathematics from Newcastle and was still, in many ways, a mathematician at heart. This classification of gravitational fields appealed greatly to me both as on object of beauty and as an extremely useful tool for both theoretical and practical general relativity. Unfortunately, I never met Professor Petrov. However, I have had the great pleasure of meeting several of his former students during the (now, many) occasions I have visited Kazan and I wish to thank than for their friendship and hospitality.

I have added a brief appendix which attempts to describe the essential mathematical idea behind Petrov's classification. I should also add that Petrov's work has recently been chosen for reprinting in the journal *General Relativity and Gravitation* (in English) and has already appeared. It is referred to in the appendix.

The Petrov Classification of Gravitational Fields

In the renaissance of general relativity which took place from about the middle of the 1950s, the classification of gravitational fields developed by Professor A. Z. Petrov was of outstanding importance. This work, first published by Petrov in 1951 [1] and refined in the famous paper of 1954 [2], was largely instrumental in providing the basis for the mathematical development of exact solutions of Einstein's field equations and for the physical interpretation of general relativity theory. The details of Petrov's original work is, fortunately, readily available, not only in his well-known textbook "Einstein Spaces" [3] but also through the recent reprinting, in English, of his 1954 paper [4].

Petrov's original classification was applied to the Riemann tensor of a space-time manifold M of dimension four which carried a Lorentz metric g and which was assumed to satisfy the Einstein space condition that the Ricci tensor was proportional to g. This, of course, included the important cases of vacuum space-times. Nowadays, Petrov's classification is usually applied to the Weyl (conformal curvature) tensor where the techniques used are essentially identical to those used by Petrov. Although a "modern" version of Petrov's classification will be briefly presented here, the approach and techniques are as in the original paper.

To describe the Petrov classification, let C be the Weyl tensor with components C_{abcd}. Then one has the familiar properties of C:

$$\begin{aligned} &C_{\mathrm{abcd}} = -C_{\mathrm{bacd}} = -C_{\mathrm{abdc}}, \\ &C_{\mathrm{abcd}} = C_{\mathrm{cdab}}, \\ &C_{\mathrm{a[bcd]}} = 0, \quad C^{\mathrm{a}}{}_{\mathrm{bad}} = 0, \\ &{}^{*}C_{\mathrm{abcd}} = C^{*}_{\mathrm{abcd}} \;(\Rightarrow {}^{*}C^{*}_{\mathrm{abcd}} = -C_{\mathrm{abcd}}), \end{aligned} \tag{1}$$

where square brackets denote the usual skew-symmetrisation and * denotes the duality (Hodge) operator. Now consider the algebraic eigenbivector – eigenvalue problem for C at some point $\mathrm{m} \in M$ given by

$$C_{\mathrm{abcd}} F^{\mathrm{cd}} = \lambda F_{\mathrm{ab}}, \tag{2}$$

where $F_{\mathrm{ab}} = -F_{\mathrm{ba}}$ are the components of a complex bivector F at m and $\lambda \in \mathbf{C}$. Here, Petrov has taken advantage of the properties (1) of C to regard it as a 6×6 matrix representing in an obvious way a linear map f from the 6-dimensional complex vector space of complex bivectors at m to itself. His classification is then an algebraic classification of this linear map through the matrix C_{AB} $(1 \le \mathrm{A}, \mathrm{B} \le 6)$, where Petrov linked his 6-dimensional indices A and B to the skew-symmetric bivector index-pairs according to the scheme 1 – 14, 2 – 24, 3 – 34, 4 – 23, 5–31, 6 – 12.

Now let $F \in V$. Then F is called *self dual* if $\overset{*}{F} = -iF$ and *anti-self dual* if $\overset{*}{F} = iF$. If S^{+} and S^{-} denote, respectively, the subsets of self dual and anti-self dual members of V then they are subspaces of V and, in fact, V is their direct sum, $V = S^{+} \oplus S^{-}$. Further, the linear map f described above and constructed from C has the property that f maps S^{+} into itself and S^{-} into itself. Thus the map f is completely described by its *restrictions* $f_1 = S^{+} \to S^{+}$ and $f_2 = S^{-} \to S^{-}$. Petrov's original problem of algebraically classifying the linear map f at $\mathrm{m} \in M$ by studying its possible Jordan canonical forms is now greatly simplified since it is easy to check that f_1 and f_2 have identical Jordan forms as linear maps on S^{+} and S^{-}, respectively, that is, on $\mathbf{C}^3$. This common Jordan type can then be defined to be the algebraic (Petrov) type of C at m. There are, then, three possible algebraic types for C at m corresponding to the Jordan types which, in Segre notation, are {*111*}, {*21*} and {*3*} (assuming $C(m)\neq 0$). These are, at *m*, the three types of gravitational field announced by Petrov over fifty years ago. It is customary now to label these types so as to include the two possible algebraic degeneracies in each of the first two types. Thus the modern version of this classification is

Petrov type *I*	({*111*} – no degeneracies)	
Petrov type *D*	({*(11)1*})	
Petrov type *II*	({*21*} – no degeneracies)	(3)
Petrov type *N*	({*(21)*})	
Petrov type *III*	({*3*}).	

In the types *N* and *III* the tracefree property in (1) shows that all eigenvalues of *f* (or f_1 and f_2) are zero. One normally adds a Petrov type *O* to cover the possibility of $C(m)=0$. However, it must be remembered that Petrov's classification is *pointwise* and the Petrov type can be expected to vary from point to point on *M* (subject, of course, to continuity restrictions).

Since Petrov's original papers appeared, several other approaches to his classification have been proposed. Perhaps the best known of these are the spinor classification of Penrose [5] and the approach centred on "principal null directions" due mainly to Bel [6] (but augmented by Debever [7] and by Sachs, Ehlers and Kundt [8], [9]). In these approaches one looks for solutions for a *null* vector *k* at *m* such that

$$k_{[e}C_{a]bc[d}k_{f]}k^{b}k^{c}=0. \tag{4}$$

Such a solution *k* is said to span a *principal null direction* of *C*. It turns out that there is at least one and at most four independent such solutions and, in fact, four in the type *I* case, three for type *II*, two for each of the types *D* and *III* (and which be distinguished by a more detailed examination of (4)) and one for type *N*. These approaches greatly facilitated the process of calculation using Petrov's classification.

As well as being a beautiful piece of mathematics, Petrov's classification led to much progress in the physics of general relativity. In particular, by being able to study Einstein's field equations for a particular Petrov type, many more exact solutions of Einstein's equations were found. Also, by use of the elegant geometrical concepts involved (and analogies with Maxwell's electromagnetic theory) the physical interpretation of general relativity was greatly clarified. Petrov's classification scheme is, indeed, one of the major developments in Einstein's general relativity theory.

Professor Graham Hall
Department of Mathematical Sciences
University of Aberdeen,
King's College,
Aberdeen AB243DG,
Scotland, UK

References

1. A. Z. Petrov. Dokl. Akad. Nauk SSSR. XXXI, 149-152 (1951).
2. A. Z. Petrov. Scientific Proceedings of Kazan State University, 114, 55-69 (1954).
3. A. Z. Petrov. "Einstein Spaces", Pergamon Press (1969).
4. A. Z. Petrov. Gen. Relat. Gravit. 32 (2000), 1665-1685.
5. R. Penrose. Anns. Phys. 10 (1960), 171.

6. L. Bel. Cah. de. Phys. 16 (1962), 59 (reprinted in Gen. Relat. Gravit. 32 (2000), 2047).
7. R. Debever. C. R. Acad. Sci. (Paris), 249 (1959), 1744.
8. R. K. Sachs. Proc. Roy. Soc. A264 (1961), 309.
9. J. Ehlers and W. Kundt. In "Gravitation: An introduction to Current Research", ed. L. Witten. Wiley, New York (1962), 49.

СПИСОК
научных работ А. З. ПЕТРОВА

Монографии

1. О решении уравнений поля тяготения. – Уч. записки КГУ, т. 118, Изд. Казанского университета, 1958.2. Пространства Эйнштейна. М., Физматгиз, 1961.3. Einstein-Raume. Berlin. Akad. Verlag. 1964. 4. Einstein Spaces. London – New York – Paris. Pergamon Press, 1969.
5. Новые методы в общей теории относительности. М., "Наука", 1966, 495 стр.
6. Основы общей теории поля. Ч. I. Изд. Казанского университета. 1967, 106 стр.

Учебники

7. Основы теории функций комплексного переменного. Казань, КАИ, 1945
8. Лекции по номографии. Казань, Изд. Казанского авиац. ин-та, 1946.

Научные статьи

9. Один тип пространств Эйнштейна. Труды Казанского авиац. ин-та, XVII, 1946.
10. О кривизне римановых пространств. ДАН, том 61. № 2, 1948. 11. О геодезическом отображении римановых пространств неопределенной метрики. – Уч. записки КГУ, т. 109. кн. 4, 1949.
11. О геодезическом отображении римановых пространств неопределенной метрики. – Уч. записки КГУ, т. 109. кн. 4, 1949.
12. К теореме о главных осях тензора. – Уч. записки КГУ, т. 109, кн. 4, 1949.
13. Об одновременном приведении тензора и бивектора к каноническому виду. – Уч. записки КГУ, т. 110, кн. 3, 1950.
14. О существовании в поле тяготения гармонической функции, зависящей только от расстояния. – Уч. записки КГУ, т. 111, кн. 8, 1951.
15. О полях тяготения. – Юбилейный сборник "125 лет неэвклидовой геометрии Лобачевского", Казань, 1952.
16. О пространствах, определяющих поля тяготения, ДАН, т. 81, № 2, 1951.
17. Регулярные пространства Эйнштейна, допускающие транзитивную группу движений. –Уч. записки КГУ, т. 112, кн. 10, 1952.
18. Поля тяготения с комплексными стационарными кривизнами. – Уч. записки КГУ, т. 112, кн. 10, 1952.
19. Классификация пространств, определяющих поля тяготения. – Уч. записки КГУ, т. 114, кн. 8, 1954.
20. О пространствах максимальной подвижности, определяющих поля тяготения. ДАН, т. 105, № 5, 1955.
21. О полях тяготения простого типа, с вещественными стационарными кривизнами. – Уч. записки КГУ, т. 115, кн. 14, 1955.
22. Классификация пространств, определяемых полями тяготения, по группам движений. УМН, т. XI, в. 4, 1956.
23. Пространства, определяемые полями тяготения. Диссертация на соиск. уч. степени докт. физ.-мат. наук. М., МГУ, 1957.
24. Пространства, определяемые полями тяготения. Автореферат диссертации на соиск. уч. степени докт. физ.-мат. наук. Москва, МГУ, 1957.
25. О движениях в неприводимых римановых пространствах первого класса (соавтор – С. В. Затворников). – Уч. записки КГУ, т. 117, кн. 9, 1957.
26. Классификация полей тяготения общего вида. – Изв. вузов, Математика, № 6, 1958.
27. О симметрических полях тяготения. – Изв. вузов, Математика №2(9), 1958.

28. Классификация полей тяготения общего вида по группам движений I (соавторы – В. Р. Кайгородов, В. Н. Абдуллин). – Изв. вузов, Математика, № 6, 1959.
29. Классификация полей тяготения общего вида по группам движений II. – Изв. вузов, Математика, № 1, 1960.
30. Классификация полей тяготения общего вида по группам движений III. – Изв. вузов. Математика, № 4, 1960.
31. Классификация полей тяготения общего вида по группам движений IV. – Изв. вузов. Математика, № 1, 1962.
32. В. И. Ленин о пространстве и времени и общая теория относительности. Тезисы доклада на научной сессии КГУ и ЛГУ, посвященной 90-летию со дня рождения В. И. Ленина. Л., Изд. ЛГУ, 1960.
33. В. И. Ленин о пространстве и времени и общая теория относительности. – Тематический сборник, посвященный 90-летию со дня рождения В. И. Ленина. Изд. Казанского университета, 1961.
34. О геодезическом отображении пространств Эйнштейна. – Изв. вузов, Математика, № 2, 1961.
35. Современная диф. геометрия и общая теория, относительности. I Всесоюзная геометрическая конференция. Киев, рукопись, 1962.
36. Les theories Relativistes de la Gravitational. НКЗ, 11, 1962.
37. Invariant classification of gravitational fields. – Сб.: Recent Developments in General Relativity. Pergamon Press. 1962.
38. Gravitational fields geometry as the geometry of automorphisms. – Сб.: Recent Developments in General Relativity. Pergamon Press. 1962.
39. Современная диф. геометрия и общая теории относительности. I Всесоюзная геометрическая конференция, Харьков, 1962.
40. Classification invariant des champs de gravitation. – Сб.: Les theories relativistes de la gravitation. Paris, 1962.
41. The problem: the type of spaces – the type of energy-momentum tensor in General Theory of Relativity. III Международная конференция по гравитации и теории относительности, Варшава. 1962.
42. Об алгебраической структуре уравнений Эйнштейна. Тезисы докладов на I Всесоюзной конференции по гравитации. М., 1961.
43. Некоторые соображения о единых теориях поля. Тезисы докладов "а I Всесоюзной конференции по гравитация, М., 1961.
44. К теории ядерного резонанса гравиметра (соавторы – Б. Т. Вавилов, Н. Н. Непримеров, А. Т. Шарагин). – Сб.: Вопросы усовершенствования разработки нефтяных месторождений Татарии. Изд. Казанского университета, 1962.
45. О теореме Биркгофа. – Сб.: Гравитация и теория относительности. – Уч. записки КГУ, т. 123, кн. 2, Казань. 1963.
46. Замечание по поводу одной теоремы Биркгофа. – Сб.: Гравитация и теория от носительности. – Уч. записки, т. 123, кн. 12, Казань, 1963.
47. О центрально-симметрических полях тяготения. ЖЭТФ, т. 44, 1963.
48. Понятие энергии в современной теории относительности. – Сб. Гравитация и теория относительности, т. 123, кн. 12, Казань, 1963.
49. Современное состояние развития теории гравитации поля. – Тезисы докладов и сообщений на Всесоюзном симпозиуме, Киев. "Наукова думка". 1964.
50. О некоторых приложениях геометрии в общей теории относительности. – Труды IV Всесоюзного математического съезда, Л., 1964.
51. Тип поля и тип тензора энергии-импульса. – Сб.: Гравитация и радиоэлектроника. Уч. записки КГУ, т. 123, кн. 2, Казань, 1963.
52. О скорости изменения поля гравитации (соавтор – А. В. Гусева (Аминова)). – Сб.: Гравитация и радиоэлектроника, Уч. записки КГУ, т. 123, кн. 12, Казань,

1953.
53. Проблема экспериментального подтверждения теории гравитации. НКЗ, 5, 1964. серия А.
54. Гравитация и релятивизм. НКЗ, б, серия А, 1964.
55. On the gravitational fields with spherical symmetry, Cahiers de Physique, № 161, Janvier, 1964.
56. О IV международной конференции по теории относительности и гравитации. Вестник АН СССР № 1, 1966.
57. Некоторые соображения о "единых теориях поля". – Сб.: Гравитация и теории относительности, вып. 2, Казань, 1964.
58. The type of the field and the type of the energy-momentum tensor in General Theory of Relativity. Сб.: Perspectives in Geometry and Relativity. Indian Press, 1966.
59. Основные этапы развития теории поля гравитации. – "Вопросы философии", № 11, 1964.
60. Построение теории гравитационных волн и физический эксперимент. – Сб.: Методологические проблемы теории измерения. Киев, 1956. АН Укр. ССР, институт философии.
61. Поле и пространство-время. – Тезисы докладов на III межвуз. научной конференции по проблемам геометрии. Изд. Казанского университета, 1967.
62. Философские вопросы общей теории относительности (соавтор – П. С. Дышлевой). –"Вопросы философии", 1, 1968
63. Общая теория относительности. – Сб.: Советская наука и техника за 50 лет. – Развитие физики в СССР, изд. АН СССР, 1967, М., "Наука".
64. О гравитационных волнах. – Сборник трудов II сов. гравитационной конференции, Тбилиси, изд. Тбилисского университета. 1967.
65. О моделировании физических полей. Тезисы докладов на V международной конференции по гравитации и теории относительности. Изд. Тбилисского университета, Тбилиси, 1968, 133.
66. Геометрия и физическое пространство-время. Итоги Науки. Алгебры. Топология. Геометрия. 1966., М., 1968, 221–260.
67. Моделирование физических полей. – Сб.: Гравитация и теория относительности, вып. 4–5, Изд. Казанского университета, 1968.
68. Орбиты планет и фотонов в гравитационном поле солнца в теории наблюдаемых. – Сб.: Гравитация и теория относительности, вып. 4–5, Изд. Казанского университета, 1968.
69. О законах сохранения в гравитационной теории наблюдаемых в слабом приближении (соавторы – К. А. Пирагас и В. А. Добровольский). – Сб.: Гравитация и теория относительности, вып. 4–5, Изд. Казанского университета, 1968.
70. О моделировании полей гравитации. – Сб.: Гравитация и теория относительности, вып. 6. Изд. Казанского университета, 1959.
71. Выборочное моделирование поля тяготения Солнца. – Сб.: Гравитация и теория относительности, вып. 7, Изд. Казанского университета, 1969.
72. Проблема моделирования физических полей. Тезисы докладов на IV Всесоюзной геометрической конференции, Тбилиси, 1969.
73. О моделировании гравитации. ДАН, т. 186, № 6, 1969.
74. О выборочном моделировании поля тяготения Солнца. ДАН, т. 186, № 10, 1969.
75. К вопросу о моделировании полей гравитации. Препринт, ИТФ-71-130 Р. Киев.
76. О полях гравитации третьего типа. Письма в ЖЭТФ, т. 11, № 4, 1970.

Научно-популярные, критические и прочие печатные работы

77. Пространство-время и материя (элементарный очерк современной теории относительности), Изд. Казанского университета, первое издание. 1961.78. Пространство-время и материя, (элементарный очерк современной теории относительности), 2-е переработанное издание. Изд. Казанского университета, 1963.
79. Предисловие редактора к книге Синга: Общая теория относительности, М., ИЛ, 1962.
80. Актуальные проблемы теории относительности. Рецензия на книгу, НКЗ, серия А, № 3, 1961.
81. Рецензия на книгу Rindler "Special Relativity" , журнал НКЗ, № 6. 1961.
82. Отзыв о книге I. I. L. Synge "Relativity: The general theory", журнал НКЗ, № 7, серия А, 1961.
83. Отзыв о книге Aherony I. I, "The special theory of relativity", журнал НКЗ, № 12, серия А, 1960.
84. Отзыв о книге Carr L. H. A. "Relativity for engineers and science", журнал НКЗ. серия А, № 4, 1961.
85. К 70-летию академика В. А. Фока (соавтор – Н. А. Черников). – Сб.: Гравитация н теория относительности, вып. 4–5. Изд. Казанского университета, 1968.
86. Рецензия на книгу: Современное развитие общей теории относительности, НКЗ. № 10 К, 1962.
87. Рецензия на книгу Born "Einstein theory of relativity", New York, 1962, НКЗ, № 12. 1962.
88. Рецензия на книгу H. I. Treder "Gravitatiwe stosswellen", НКЗ, № 11, 1963.
89. Рецензия на книгу Lawden D. F. "An Introduction To Tensor Calcul And Relativity", London, 1962. НКЗ, № 4, 1963.
90. Рецензия на книгу Handbuch der Physik", Bd. 4. Berlin, Springer, 1962, НКЗ, № 7, 1963.
91. Загадки гравитации. "Знания та праця" № 12. 1962, "Знание и труд" – Научно-попул. журнал ЦК ЛКСМ Украины.

92 Отзыв о книге "Relativity", НКЗ, № 7, серия А, 1961.

93. К 60-летию академика Н. Н. Боголюбова (соавтор – Н. А Черников). – Гравитация и теория относительности, вып. 6, Изд. Казанского университета, 1969.
94. Предисловие к книге В. Д. Захарова: Гравитационные волны в общей теории относительности, М., 1972.
95. Предисловие к книге Бриллюэна: Новый взгляд на теорию относительности. М., "Мир", 1972.