



Отчет
о четвертой международной школе для молодежи
"Основы финслеровой геометрии",
3 июля –14 августа
г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана
и г. Королев, Учебный центр "Лесное озеро".

Школа-семинар по основам финслеровой геометрии 2010 года проходила в два этапа. На первом занятия проводились со старшеклассниками, на втором – со студентами, аспирантами и молодыми учеными. Лекции для школьников были организованы впервые и поначалу были опасения, что довольно необычная и абстрактная геометрия не будет понятна и интересна юным слушателям. К счастью, опасения оказались напрасными и, судя по отзывам самих школьников, а также контрольным работам, материал они усвоили полноценно и качественно. Во многом, этому способствовала специально разработанная укороченная и облегченная программа, основные элементы которой представлены ниже.

03.07.10 (суббота)

День заезда, расселение.

04.07.10 (воскресенье)

9-00 – 10-20 Алгебра и геометрия комплексных чисел (Н. Войку)

10-40 – 12-00 Некоторые приложения алгебры и геометрии комплексных чисел (С.С. Кокарев)

12-00 – 13-00 Спортивные мероприятия

13-00 – 14-00 Обед

14-00 – 16-00 Личное время

16-00 – 17-30 Геометрия фракталов на комплексной плоскости (В.А. Панчелюга)

17-45 – 19-00 Вечерние культурные мероприятия

19-00 – 19-30 Ужин

19-30 – 20-30 Учебно-тренировочные мероприятия

20-30 – 21-00 Личное время
21-00 – 22-30 Просмотр кинофильма "Геометрия вселенной с различных точек зрения"

05.07.10 (понедельник)

9-00 – 10-20 Алгебра и геометрия двойных чисел (Д.Г. Павлов)
10-40 – 12-00 Основы специальной теории относительности в терминах двойной переменной (С. Кокарев)
12-00 – 13-00 Спортивные мероприятия
13-00 – 14-00 Обед
14-00 – 16-00 Личное время
16-00 – 17-30 Фракталы на двойной плоскости (В.А. Панчелюга)
17-45 – 19-00 Вечерние культурные мероприятия
19-00 – 19-30 Ужин
19-30 – 20-30 Учебно-тренировочные мероприятия
20-30 – 21-00 Личное время
21-00 – 22-30 Просмотр кинофильма "Анизотропный мир" 1 серия

06.07.10 (вторник)

9-00 – 10-20 Алгебра и геометрия поличисел (Г.И. Гарасько)
10-40 – 12-00 Углы в пространстве H_3 (С.С. Кокарев)
12-00 – 13-00 Спортивные мероприятия
13-00 – 14-00 Обед
14-00 – 16-00 Личное время
16-00 – 17-30 Основы современной геометрии (Н. Войку)
17-45 – 19-00 Вечерние культурные мероприятия
19-00 – 19-30 Ужин
19-30 – 20-30 Учебно-тренировочные мероприятия
20-30 – 21-00 Личное время
21-00 – 22-30 Просмотр кинофильма "Анизотропный мир" 2 серия

07.07.10 (среда)

9-00 – 10-20 Основы общей теории относительности (С.С. Кокарев)
10-40 – 12-00 Некоторые частные решения ОТО (С.В. Сипаров)
12-00 – 13-00 Спортивные мероприятия
13-00 – 14-00 Обед
14-00 – 16-00 Личное время
16-00 – 17-30 Финслеровы расширения ОТО (Г.Ю. Богословский).
17-45 – 19-00 Вечерние культурные мероприятия
19-00 – 19-30 Ужин
19-30 – 20-30 Учебно-тренировочные мероприятия
20-30 – 21-00 Личное время
21-00 – 22-30 Просмотр кинофильма "Загадки древнего Египта" 1-3 серии

08.07.10 (четверг)

9-00 – 10-20 Некоторые проблемы астрофизики и космологии и пути их решения (С.В. Сипаров)
10-40 – 12-00 Современные физико-геометрические концепции (С.С. Кокарев)
12-00 – 13-00 Спортивные мероприятия
13-00 – 14-00 Обед
14-00 – 16-00 Личное время

16-00 – 17-30 Основные понятия алгебры (С.С. Кокарев)
17-45 – 19-00 Вечерние культурные мероприятия
19-00 – 19-30 Ужин
19-30 – 20-30 Учебно-тренировочные мероприятия
20-30 – 21-00 Личное время
21-00 – 22-30 Просмотр кинофильма "Загадки древнего Египта" 4–6 серии

09.07.10 (пятница)

9-00 – 10-20 Кватернионы и октавы (А. А. Элиович)
10-40 – 12-00 Обобщенные числовые системы (А. В. Малыхин)
12-00 – 13-00 Спортивные мероприятия
13-00 – 14-00 Обед
14-00 – 16-00 Личное время
16-00 – 17-30 Оптические эксперименты по анизотропии пространства-времени (В.О. Гладышев)
17-45 – 19-00 Вечерние культурные мероприятия
19-00 – 19-30 Ужин
19-30 – 20-30 Учебно-тренировочные мероприятия
20-30 – 21-00 Личное время
21-00 – 22-30 Просмотр кинофильма "Неизвестная Мексика" 1-3 серии

10.07.10 (суббота)

9-00 – 13-00 Олимпиада
13-00 – 14-00 Обед
14-00 – 16-00 Личное время
16-00 – 17-30 Разбор олимпиады
17-45 – 19-00 Вечерние культурные мероприятия
19-00 – 20-30 Прощальный ужин
20-30 – 21-00 Личное время
21-00 – 22-30 Просмотр кинофильма "Неизвестная Мексика" 4-6 серии

11.07.10 (воскресение)

Отъезд

На занятия приехали 14 школьников.



Их расселили по двое-трое в комнатах специально оборудованного для учебы и проживания здания НИИ "ГСГФ", расположенного на территории учебного центра г. Королев "Лесное озеро" в 35 км., на северо-запад от Москвы, рядом с пос. Литвиново.

Чтобы дать минимальное представление о месте возможной учебы и проживания будущим слушателям – немного информации о здании и его окружении.

Главное помещение в здании – конференц-зал:



Начиная с 2004 года тут проходят ежемесячные семинары и ежегодные конференции по гиперкомплексным числам и финслеровым пространствам, школы для молодежи и другие мероприятия научной направленности. За это время здесь побывали ученые более чем из 25 стран. Здание вполне обустроено и в бытовом плане. Есть небольшая кухня:



душевые комнаты и туалеты:



На втором этаже шесть жилых комнат:



На третьем мансардном этаже комнаты не столь просторные как внизу, но жить можно:



Для полноты картины несколько общих видов на здание:



и расположенное рядом лесное озеро:



Между учебными занятиями школьники сами организовывали свой быт. Обеды и ужины привозили ежедневно из столовой спонсора мероприятия – группы предприятий "Антарес". Подготовка завтрака, накрытие стола, уборка и мытье посуды осуществлялись силами самих слушателей. В свободное от учебы время ребята купались в озере, ловили рыбу, собирали ягоды, занимались спортом. Один из преподавателей и организаторов школы, директор образовательного центра "Логос" из г. Ярославль Сергей Сергеевич Кокарев организовал факультативное обучение игре на гитаре, преподаватели московского лицея № 1580 при МГТУ им. Н.Э. Баумана Кравцов Андрей Витальевич и Капустина Светлана Юрьевна регулярно устраивали психологические тренинги, творческие конкурсы и олимпиады. Несмотря на насыщенную учебную программу, в перерывах между занятиями ребята продолжали активно интересоваться научными проблемами, забрасывая преподавателей дополнительными вопросами, которые не успели задать во время лекций.

Одним из признаков, что мероприятие со школьниками прошло успешно, является их единодушное желание продолжить обучение основам финслеровой геометрии, старшеклассники

попросили собрать их снова через несколько месяцев. Договорились продолжить школу во время зимних каникул в январе 2011 года там же на "Лесном озере".

Не успели школьники после полутора недель учебы разъехаться по домам, как на второй студенческо-аспирантский этап школы стали прибывать новые слушатели. Всего за месяц занятий в школе приняло участие еще около 20 молодых людей. Некоторые из студентов и аспирантов приезжали во второй, а кое-кто и в третий раз. Среди таких "старожилов" – Николай Перминов, Евгений Егоров, Владислав Павлов, Юрий Лазарев, Сергей Днепровский. Далеко не все смогли отучиться от начала и до конца, кто-то приезжал на неделю, кто-то на две. С первого и до последнего дня школы были Дмитрий Поелуев, Денис Бисеров, Марина Чернакова, Александр Лапшин.

Естественно, и программа занятий, и коллектив преподавателей в студенческий период были уже существенно представительнее. Читать лекции приезжали математики и физики не только со всех уголков России, но и из других стран. В учебный план школы вошли следующие направления:

- **Балан Владимир** «Симметрии и группы. Геометрия псевдофинслеровых пространств», Бухарестский политехнический университет, Румыния. 12 часов.
- **Богословский Георгий Юрьевич** «Нарушение лоренцевой симметрии без нарушения релятивистской симметрии», НИИ ядерной физики им. Д. В. Скобельцина МГУ им. М. В. Ломоносова, НИИ "Гиперкомплексных систем в геометрии и физике", Россия. 12 часов.
- **Владимиров Юрий Сергеевич** «Реляционная концепция пространства-времени», МГУ им. М.В. Ломоносова, Россия. 4 часа.
- **Войку Николетта** «Теория функций комплексной переменной», Университет Трансильвании, г. Брашов, Румыния. 12 часов.
- **Гарасько Григорий Иванович** «Основы финслеровой геометрии», Всероссийский электротехнический институт, НИИ "Гиперкомплексных систем в геометрии и физике", Россия. 36 часов.
- **Кокарев Сергей Сергеевич** «Геометрия, алгебра и физика гиперкомплексных чисел», Образовательный центр "Логос", Ярославль, НИИ "Гиперкомплексных систем в геометрии и физике", Россия. 16 часов.
- **Лебедев Сергей Витальевич** «Тензорный анализ. Финслерова геометрия по П.К. Рашевскому», Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана, НИИ "Гиперкомплексных систем в геометрии и физике", Россия. 16 часов.
- **Мюллер Хартмут** «Основы концепции Global Scaling», Международный Институт Global Scaling, г. Мюнхен, Германия. 6 часов.
- **Павлов Дмитрий Геннадиевич** «Двойные числа и аналитические функции от них», НИИ "Гиперкомплексных систем в геометрии и физике", Россия. 4 часа.
- **Панчелюга Виктор Анатольевич** «Проявления анизотропии и неоднородности в природе. Фракталы в многомерных пространствах», Институт теоретической и экспериментальной биофизики РАН, НИИ "Гиперкомплексных систем в геометрии и физике", Россия. 16 часов.
- **Сипаров Сергей Викторович** «Современные проблемы в ОТО – физика и геометрия», Государственный университет гражданской авиации, Санкт-Петербург, НИИ "Гиперкомплексных систем в геометрии и физике", Россия. 8 часов.
- **Чернов Владимир Михайлович** «Общие представления о конечномерных алгебрах. Алгебра кватернионов. Октавы и их свойства», Самарский аэрокосмический университет, Институт систем обработки изображений РАН, Самара, НИИ "Гиперкомплексных систем в геометрии и физике", Россия. 8 часов.

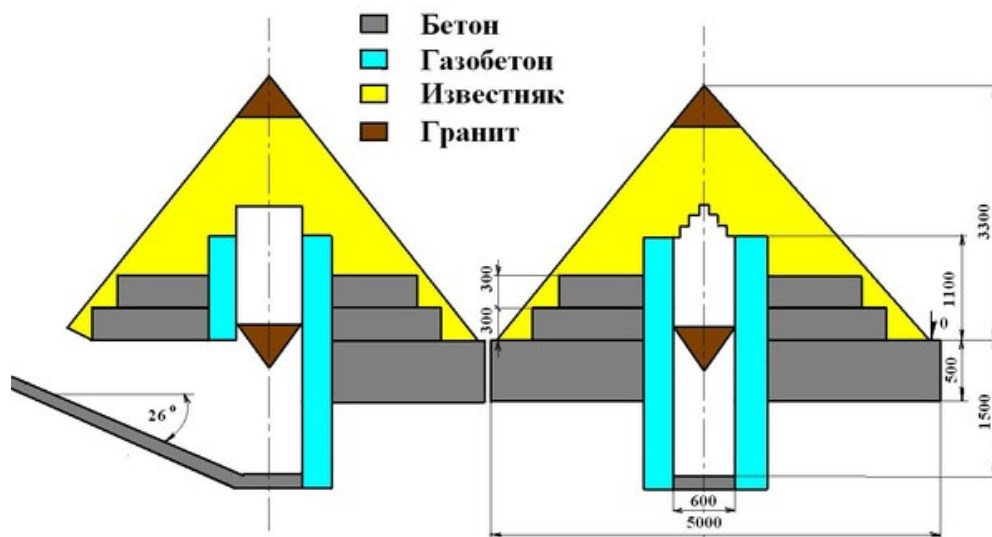
Занятия проходили с 12 июля по 13 августа. По сравнению с прошлым годом ежедневная учебная нагрузка (выходные лишь по воскресеньям) была уменьшена с 8 часов до 6. Это было достигнуто за счет отказа от недельной поездки на конференцию, которая происходила во время предыдущих школ. Конечно, такие поездки вносили незабываемое разнообразие в обучение, но и сил соответствующий напряженный график отнимал прилично, поскольку упущенное от занятий время приходилось компенсировать чрезмерными ежедневными нагрузками. Участие слушателей данной школы в международной конференции все же состоится, просто произойдет немного позже, когда с 1 по 7 ноября в МГТУ им. Н.Э. Баумана будет проходить шестая конференция "Финслеровы обобщения теории относительности" (<http://www.hyper-complex.ru/FERT-10.php?lang=rus>). На конференцию заранее приглашены все участники прошедших школ, причем не только в качестве слушателей, но и как докладчики. В определенном смысле, это мероприятие можно рассматривать как третий этап школы 2010 года, поскольку для молодых людей, помимо участия в докладах, планируются и специальные учебные занятия с ведущими учеными, прибывающими на конференцию со всего мира. Помимо российских специалистов выступать перед слушателями будут ученые из Англии, Германии, Индии, Канады, Македонии, Румынии, США, Беларуси, Украины и Узбекистана. Финансирование этого третьего этапа школы-семинара по основам финслеровой геометрии планируется уже не из средств обычного спонсора – группы предприятий "Антарес", а в рамках Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России», в план которой с этого года включены и школы по основам финслеровой геометрии.

Отдельно следует отметить участие в проведении школы кафедры физики МГТУ им. Н.Э. Баумана. Помимо обычных действий, требующихся от одного из основных организаторов школы, ее усилиями был выпущен курс лекций "Основы финслеровой геометрии и ее приложения в физике" (Москва, Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. - 412 стр.), готовятся конференция "FERT-2010" и третий этап школы-семинара, а также ведется активная работа в направлении поиска экспериментальных доказательств финслеровой природы анизотропии реального пространства-времени. С осени этого года на факультете фундаментальных наук читается факультативный курс по финслеровой геометрии и ее приложениям в физике. В этом плане на сегодняшний день МГТУ опережает не только остальные российские ВУЗы, но и лучшие университеты мира, в которых если и есть лекционные курсы по финслеровой геометрии, то лишь в качестве достаточно абстрактной математической дисциплины. В связи с этим полезно вспомнить уроки истории: некогда считавшиеся абстрактными геометрия Лобачевского и псевдоримановы пространства мало у кого ассоциировались с реальным физическим миром.

Практически все лекторы дружно отметили растущий из года в год уровень базовой подготовки слушателей школы. Преподавать молодым людям, которые приезжают уже с приличным багажом знаний по ТФКП, гиперкомплексным алгебрам, дифференциальной, римановой и псевдоримановой геометриям, теории фракталов и т.п. намного легче и приятней, чем тем, кто заранее не был знаком хотя бы с основами соответствующих предметов. Впрочем, вполне успешно удается работать и с последними. На школы иногда прибывают молодые люди, учащиеся в гуманитарных университетах, но со школьной скамьи любящие физику и математику. Естественно, им приходится сложнее всех, но если есть желание и силы трудиться, они также не уезжают с ощущением напрасно потраченного летнего месяца.

Не сорвала заранее спланированного графика занятий и аномальная жара этого лета. Школа пришлась как раз на ее пик и было такое ощущение, что "Лесное озеро" оказалось чуть ли не в самом пекле. Был момент, когда организаторы дрогнули и предложили слушателям с преподавателями прервать занятия и разъехаться по домам до улучшения обстановки. У некоторых на родине в это время были вполне комфортные погодные условия, однако никто не уехал.

Хотя во время летнего этапа школы не было такого события, как участие в международной конференции, без ярких штрихов не обошлось и на этот раз. Один из организаторов школы – "Международный фонд развития исследований по финслеровой геометрии" (www.polynumbers.ru) недавно принял решение построить на территории "Лесного озера" необычную лабораторную установку, одним из главных элементов которой является известняковая пирамида, по форме совпадающая с половиной октаэдра. Схема установки:



К началу школы строительная площадка имела такой вид:



Довольно быстро и прямо на глазах участников школы она превращалась в узнаваемую конструкцию:



На отдельных этапах в строительстве установки принимали участие не только слушатели, но и преподаватели:



Не обошлось без их помощи и во время кульминационного момента строительства – установки пирамидиона. На специальных носилках студенты и аспиранты за десять минут водрузили 150 килограммовый блок на высоту 3,5 метра.

Естественно, такие работы осуществлялись сугубо добровольно и только в свободное от учебы время. Сочетание напряженной умственной и физической работы вряд ли доставило что-то, кроме удовольствия. Во всяком случае, есть что вспомнить, да и принять непосредственное участие в создании устройства, которое, возможно, поможет в добывании экспериментальных доказательств финслеровой природы реального пространства-времени – прекрасная мотивация.

Приходится, правда, признать, что решение о строительстве пирамиды – довольно рискованная затея, так как в последние годы подобные сооружения возводились в основном с эзотерическими или знахарскими целями. Объяснить сторонним наблюдателям, что в данном случае преследуются исключительно научные цели, – непросто, особенно до тех пор, пока не будут получены веские доказательства, что пирамиды могут служить вполне утилитарным техническим целям, подобным тем, которые выполняют линзы, зеркала или антенны рефракторов, рефлекторов или радиотелескопов. Подобные ожидания связаны среди прочего с тем математическим фактом, что финслерова геометрия с метрикой Бервальда-Моора, являющаяся одной из основных, которые изучаются в школе, имеет те же дискретные симметрии, что и октаэдр. Пирамида же является ровно половиной такой фигуры и оказывается хорошим компромиссным инженерным решением, так как изготовление массивного сооружения в виде цельного октаэдра потребовало бы намного больших усилий без явной необходимости.

Как бы то ни было, на сегодняшний день строительство практически завершено:



На последнем фото слева виден вход во внутреннюю камеру, предназначенную для установки детекторов и сопутствующего оборудования. Свод этой камеры, располагающейся по оси симметрии пирамиды, имеет ступенчатую форму:



Её размеры $2500 \times 600 \times 600$ мм, что вполне достаточно для размещения нескольких интерферометров и другой аппаратуры. В скором времени работы сместятся непосредственно в сторону экспериментов. Тем самым для слушателей будущих школ открывается прекрасная возможность помимо учебы принять участие еще и в поисковых натуральных исследованиях.

По окончании школы по сложившейся традиции были собраны ответы, на вопросы, касающиеся впечатлений о ней и пожеланий на будущее. Некоторые выдержки из анкет приводятся ниже.

I. Что Вам дала Школа?

Виноградов Константин, г. Ярославль.

– Я приезжал, прежде всего, чтобы улучшить свои знания по физике, так как готовлюсь поступать в физический ВУЗ и думаю, полученные знания пригодятся для поступления.

Лапшин Александр, г. Первоуральск.

– Школа мне дала глубинное понимание актуальности, важности и нужности исследований по финслеровой геометрии, поличислам и, в особенности, исследованиям пространства Бервальда-Моора.

Залужанский Евгений, г. Ярославль.

– Школа для меня оказалась очень полезной. Я познакомился с интересными людьми. Прослушал много лекций. Узнал что-то новое в области физики и математики. Мне кажется, что время, проведенное таким образом, нельзя назвать потраченным даром.

Чернакова Марина, г. Москва.

– Школа для меня была полезной. Школа дала мне новые знания в области физики, математики, истории. Благодаря Школе я с пользой провела лето, не скучала летом, как в прошлые годы. Хорошо, что Школа проходила летом, когда есть много свободного времени и не надо отвлекаться на какую-либо другую учёбу и работу.

Перминов Николай, г. Казань.

– Знания как всегда, причём новые.

Кокарев Сергей Сергеевич, г. Ярославль.

– Школа дала возможность пообщаться с интересными и мотивированными на обучение молодыми людьми. Кроме этого, она была полезной для систематизации материала, который я излагал на своих лекциях.

Балан Владимир, г. Бухарест, Румыния.

– Школа полезна - она дала мне возможность общаться на русском языке и работать с хорошими студентами. А также мне удалось культурно отдохнуть.

Войку Николета, г. Брашов, Румыния.

– Самое важное, была возможность обсуждать научные проблемы с коллегами и получить новые идеи. Считаю, что школа была для меня очень полезной.

Пагушин Александр, г. Ярославль.

– Я получил общие представления о общей теории относительности, фракталах, финслеровой геометрии.

Борзов Станислав, г. Ярославль.

– Узнал много интересного, решил больше заниматься физикой.

II. Какие новые знания Вы получили?

Чернакова Марина:

– Узнала побольше о том, что такое финслерова геометрия (до этого я знала о ней лишь в самых общих чертах). Узнала о поличислах. Узнала из лекций В. Панчелюги об интересных экспериментах по проверке анизотропии мира.

Перминов Николай:

– Приложения дифференциальной геометрии.

Борзов Станислав:

– Получил представление о проблемах современной физики. Узнал новое об обобщениях понятия числа.

Войку Николета:

– Здесь упоминала бы два момента: алгебраические понятия (связанные с двойными числами) и физические интерпретации разных фактов из Финслеровой геометрий.

Виноградов Константин:

– Я намного больше стал понимать, что такое специальная и общая теория относительности.

Лапшин Александр:

– Я получил новые знания самого широкого характера в различных областях математики и физики (дифференциальная геометрия, алгебра комплексных чисел, алгебра поличисел, фрактальная алгебра и геометрия, различные способы обобщения базовых физических теорий, таких как СТО и ОТО).

Балан Владимир:

– Получил знания об интересах студентов и о разных источниках по специальности.

Залужанский Евгений:

– Я узнал о Финслеровой геометрии, ее основы. Познакомился с ОТО и СТО. Посмотрел много интересных и занимательных фильмов про пирамиды в Египте.

Пагушин Александр:

– Все темы в школе давали новые знания.

III. Что Вам понравилось в организации учебного процесса?

Виноградов Константин:

– Понравилась возможность пообщаться с людьми, долгое время занимающимися физикой, написавших не одну и не две научные работы, послушать их.

Залужанский Евгений:

– Понравился четкий распорядок дня. Понравилась пунктуальность, с которой все начиналось и кончалось.

Перминов Николай:

– Почти всё.

Кокарев Сергей:

– В этом году был более щадящий режим занятий как для школьников, так и для студентов. Наверное, в будущем учебную нагрузку увеличивать нецелесообразно.

Войку Николета:

– Думаю, что учебный процесс был отлично организован.

Борзов Станислав:

– Количество времени, отведенного на занятия, размер группы, качество изложения материала.

Балан Владимир:

– Серьёзность и нацеленность студентов на углубление знаний.

Лапшин Александр:

– Организация учебного процесса понравилась демократичностью. Ценным были не только лекции, но и общение с преподавателями и возможность задавать все необходимые вопросы.

Чернакова Марина:

– Понравилось, что было не слишком много занятий в течение дня. Благодаря этому не возникало утомления.

IV. Что бы Вы предложили для улучшения/изменения в организации учебного процесса?

Войку Николета:

– Может быть, попытка сократить длительность Школы на 2-3 недели принесло бы больше студентов (но конечно, так потерялось бы качество). То есть, не могла бы сказать, как лучше).

Кокарев Сергей:

– Семинары, учебные или научные.

Лапшин Александр:

– Трудно сказать. Возможно, некоторые практические задания или что-то вроде студенческих семинаров. Еще стоило бы организовывать ежевечерние обсуждения, где бы каждый высказывался о том, что ему понравилось, что он понял, а что – не до конца.

Перминов Николай:

– Недостаток работающих компьютеров.

V. Что бы Вы хотели улучшить/изменить в бытовых условиях? Понравилось ли Вам в Школе?

Перминов Николай:

– Всего достаточно. Понравилось.

Залужанский Евгений:

– Мне кажется, что утренние лекции целесообразнее проводить на 1 час позже. Тогда все ученики уже не будут такими заспанными, и лекции будут проходить более продуктивно. По своему опыту знаю.

Войку Николета:

– Всё, что здесь могу сказать, это: огромное спасибо, всё было больше чем отлично организовано.

Лапшин Александр:

– Наличие стабильного доступа в сеть Интернет (с этим с какого-то момента были большие проблемы).

Слушателям, успешно сдавшим выпускной экзамен были выданы сертификаты.

Проведение очередной летней школы 2011 года запланировано на период с 11 июля по 12 августа. Так же, как и в 2010 году, сперва одну-полторы недели пройдут занятия для старшеклассников, а затем в оставшееся время – для студентов, аспирантов и молодых ученых. Желающие принять в этих школах участие, пишите в свободной форме на почту:

school-fe@mail.ru и ibrustam@mail.ru заместителю председателю организационного комитета профессору Ибадову Рустаму Мустафаевичу. Мы постараемся, чтобы, как и во все предыдущие годы, обучение, дорога, проживание и питание были для слушателей бесплатными. Во всяком случае, для тех, кто в этом нуждается. Отчеты о школах 2008 и 2009 годах смотрите на страницах:

<http://hypercomplex.xpsweb.com/articles/452/ru/pdf/otchet.pdf>

<http://hypercomplex.xpsweb.com/articles/522/ru/pdf/otchet-3.pdf>

Для общей информации и чтобы лучше понять, нужны ли Вам знания по финслеровой геометрии и гиперкомплексным числам, мы рекомендуем посмотреть научно-популярные фильмы "Геометрия вселенной с различных точек зрения" и "Анизотропный мир", которые можно скачать со страницы:

<http://www.polynumbers.ru/section.php?lang=ru&genre=75>

Для тех, кто хочет попробовать самостоятельно разобраться в основаниях финслеровой геометрии и некоторых гиперкомплексных алгебрах, можно рекомендовать монографию Г.И. Гарасько "Начала финслеровой геометрии для физиков":

<http://hypercomplex.xpsweb.com/page.php?lang=ru&id=487>