



МЕЖПРЕДМЕТНЫЙ СЕМИНАР

Заседания 101–205

23.04.2008–04.04.2012

Сборник материалов



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ)

МЕЖПРЕДМЕТНЫЙ СЕМИНАР

Заседания 101–205

23.04.2008–04.04.2012

Сборник материалов

Составитель:

М. Г. Иванов

МОСКВА
МФТИ
2012

Межпредметный семинар. Заседания 101–205.
23.04.2008–04.04.2012. : сборник материалов / сост. М. Г. Иванов
– М. : МФТИ, 2012. – 119 с.

Сборник посвящён двухсотому заседанию Межпредметного семинара кафедры теоретической физики МФТИ, которое состоялось 29 февраля 2012 г.

Представлены материалы заседаний 101–205 Межпредметного семинара преимущественно в виде аннотаций. Для более объемных материалов даны ссылки на интернет-сайт семинара и другие источники. В сборник также включена статья об истории развития семинара.

Сборник предназначен для широкого круга читателей, интересующихся естественными науками, их взаимосвязями и популяризацией.

<http://mezhpri.fizteh.ru>
e-mail: mgii@pystech.edu

Содержание

О сборнике	11
Как читать этот сборник	11
Информация для будущих докладчиков	12
Проезд	13
Благодарности	14
Развитие Межпредметного семинара после заседания	
№ 100	16
Межпредметный семинар как курс по выбору	16
Программа семинара	17
Критерии выставления зачёта	18
Техническое развитие	19
Видеосъёмка	19
Интернет-трансляция	20
Интернет-сайт	20
Система рассылки и прототип социальной сети	20
Развитие сообщества семинара	22
Порождение дочерних проектов	23
Летний семестр-2009 Межпредметного семинара	23
Летняя Школа «Прикладные математика и физика»	24
Методический междпредметный семинар для учителей	26
Семестр № 8 (весна-2008, заседания 92–103)	30
№ 101(23). 23.04. Знак и символ в музыке. <i>А.А. Кобляков,</i> <i>Г.Г. Амосов</i>	30
№ 102(24). 30.04. Современная космологическая модель. <i>В.Н. Лукаш</i>	30
№ 103(25). 14.05. Шапка-невидимка в радиодиапазоне. <i>Е.О. Лизнёв</i>	30
Семестр № 9 (осень-2008, 104–117)	31
№ 104(1). 17.09. Вводный семинар. Обзор тематики возмож- ных докладов. Счёт картинками. Умножение слева, справа, сверху, снизу и наискосок. <i>М.Г. Иванов</i>	31
№ 105(2). 24.09. p -адические числа и квантовая механика. <i>Е.И. Зеленов</i>	31

№ 106(3). 01.10. Перспективы инерциального термоядерного синтеза. <i>Ю.Н. Орлов</i>	32
№ 107(4). 08.10. Спонтанное нарушение симметрии. <i>М.Г. Иванов</i>	33
№ 108(5). 15.10. (м) Электромагнитное поле как поле кватернионов. <i>Ю.И. Ханукаев</i>	33
№ 109(6). 22.10. Что мы знаем о белковых молекулярных машинах? <i>А.Н. Некрасов</i>	34
№ 110(7). 29.10. (п,В) Спутниковые навигационные системы GPS и GLONASS. <i>И.Н. Барабанов</i>	35
№ 111(8). 05.11. (п,В) Вода как сегнетоэлектрик: Аномальные свойства воды и дальнедействующие взаимодействия наночастиц в водном окружении. <i>П.О. Федичев</i>	35
№ 112(9). 12.11. (В) Правильные паркеты в двумерных пространствах постоянной кривизны. <i>М.Г. Иванов</i>	36
№ 113(10). 19.11. (в,р) Неравенство Белла и возможные интерпретации его нарушения. <i>А.Ю. Хренников</i>	36
№ 114(11). 26.11. (В) Акустические фононы в гидродинамике и решение Шварцшильда. <i>М.О. Катанаев</i>	37
№ 115(12). 03.12. Математические этюды М.К. Эшера. <i>Д.А. Притыкин</i>	38
№ 116(13). 10.12. (Т,В) О невозможных расширениях курса линейной алгебры. <i>Д.В. Беклемиев</i>	39
№ 117(14). 17.12. (В) Термен и его «Голос». <i>О.В. Ростовская</i>	50

Семестр № 10 (весна-2009, 118–130) 51

№ 118(15). 18.02. (п,В) Неархимедова динамика, компьютеры и криптография. <i>В.С. Анашин</i>	51
№ 119(16). 25.02. (п,В) Сильные взаимодействия. <i>В.В. Брагута</i>	53
№ 120(17). 04.03. (В) Открытие подледного озера Восток как крупнейшее географическое открытие прошлого века. <i>А.П. Капица</i>	53
№ 121(18). 11.03. (п,В) Электронный транспорт через наноструктуры: почему это интересно? <i>М.Л. Полянский</i>	54
№ 122(19). 18.03. (В) Необратимость в квантовой механике и вырожденные динамические системы. <i>В.Ж. Сакбаев</i>	55
№ 123(20). 25.03. (п,В) Последние достижения и актуальные проблемы в физике низких температур. <i>акад. А.Ф. Андреев</i>	55

№ 124(21). 01.04. (п,В) Математические и компьютерные модели процессов регуляции генов и их эволюции. <i>В.А. Любецкий</i>	55
№ 125(22). 08.04. (В) Изучение океана и освоение шельфа. <i>А.А. Шрейдер, Л.И. Лобковский</i>	56
№ 126(23). 15.04. (В) Баллистические чудеса. <i>В.В. Сидоренко</i>	56
№ 127(24). 22.04. (п,В) Компьютер и язык. <i>Л.Л. Иомдин</i> . . .	57
№ 128(25). 29.04. (В) Ксенакис трёхмерный. <i>М.Э. Дубов</i> . . .	58
№ 129(26). 06.05. (В) История и перспективы цифрового телевизионного вещания в России. <i>А.А. Плотников</i> . . .	59
№ 130(27). 13.05. (п,В) Методы коррекции поведения человека и социума в условиях экономического кризиса. <i>Д.Ю. Рязанов</i>	60
Семестр № 11 (осень-2009, 131–144)	61
№ 131(1). 09.09. Вводный семинар. Формат семинара. Обзор тематики. Что такое физика и математика? <i>М.Г. Иванов</i>	61
№ 132(2). 16.09. (п) Ударные и акустические волны в микропузырьковых средах. Теория, эксперимент, практика. <i>В.Ю. Великодный</i>	62
№ 133(3). 23.09. (р) О двух сторонах человеческого сознания. <i>Г.И. Донов</i>	63
№ 134(4). 30.09. (п) Методы математической демографии. <i>Ю.Н. Орлов</i>	63
№ 135(5). 07.10. Невидимое Солнце. <i>А.М. Урнов</i>	64
№ 136(6). 14.10. (п) Рождение и смерть чёрных дыр. <i>Э.Т. Ахмедов</i>	65
№ 137(7). 21.10. (п,т) Перспективы контроля над стратегическими ядерными вооружениями после 2009 г. (после окончания срока действия Договора СНВ). <i>Е.В. Мясников</i>	65
№ 138(8). 28.10. Климат планет Солнечной системы: эксперимент и численное моделирование. <i>А.В. Родин</i>	66
№ 139(9). 11.11. (р) Леонардо да Винчи (1452–1519) — 500 лет спустя. <i>О.Б. Федичев</i>	67
№ 140(10). 18.11. (п,т) Самоорганизация и планирование в управлении социально-экономическими системами. Уроки Стаффорда Бира. <i>П.Л. Отоцкий</i>	67

№ 141(11). 25.11. (п) Графен — новая страница в физике. <i>Л.А. Фальковский</i>	67
№ 142(12). 02.12. От кварков к чёрным дырам и обратно. <i>В.И. Захаров, А.С. Горский</i>	68
№ 143(13). 09.12. Интегралы по траекториям и формулы Фейнмана. <i>О.Г. Смолянов, Н.Н. Шамаров</i>	68
№ 144(14). 16.12. Профессор Леонид Борисович Бобылёв представляет композиторов Московской государственной консерватории им. П.И. Чайковского. <i>Л.Б. Бобылёв</i>	69
Семестр № 12 (весна-2010, 145–156)	70
№ 145(15). 17.02. Что такое Физтех? <i>А.Д. Гладун</i>	70
№ 146(16). 24.02. О происхождении жизни и физике. <i>В.А. Аветисов</i>	71
№ 147(17). 03.03. (п) Обобщённые группы Вагнера и их приложения в физике и геометрии. <i>В.Г. Жотиков</i>	72
№ 148(18). 10.03. (п) Большой адронный коллайдер и суперкомпьютеры: передовые рубежи натурального и численного эксперимента в физике высоких энергий. <i>В.И. Шевченко, М.И. Поликарпов</i>	73
№ 149(19). 17.03. (м,п,р) Фазовые переходы в жидкостях при высоком давлении. <i>В.В. Бражкин</i>	74
№ 150(20). 24.03. (п) Долгопрудненское научно-производственное предприятие. Что происходит за соседним забором? <i>Б.Х. Салатов, А.С. Евстигнеев</i>	75
№ 151(21). 31.03. (п) Эффекты поступательной неравновесности во фронте ударной волны. <i>В.Ю. Великодный</i> . .	76
№ 152(22). 07.04. (п) Возможное участие «горения воды» в биоэнергетике. <i>В.Л. Воейков</i>	77
№ 153(23). 14.04. (п,р,пр) Европейское образование в области космических исследований. Опыт сотрудничества с университетами Европы. <i>Н.В. Куприянова, С.С. Ткачёв</i>	78
№ 154(24). 21.04. Наглядная статфизика: от твердых тел до нейтронных звезд. <i>М.А. Капустин</i>	78
№ 155(25). 28.04. Наглядная статфизика, часть 2. От бозеконденсации до квантового эффекта Холла. <i>М.А. Капустин</i>	79

05.05. Микроконференция Межпредметного семинара. <i>Д.М. Кузнецов</i> Эффект Ааронова–Бома; <i>Д.А. Иванова, Е.А. Казанкова</i> Приборы ориентации и навигации космических аппаратов (п,р); <i>А.П. Макеев</i> Лазерный термоядерный синтез	79
№ 156(26). 12.05. Изучение процессов релаксации при помощи сверхбыстрой спектроскопии. <i>А.А. Гун</i>	80
Семестр № 13 (осень-2010, 157–170)	80
№ 157(1). 15.09. (В) Вводный семинар. Формат семинара. Обзор тематики. Современная математика как инструмент физики: особенности применения. <i>М.Г. Иванов</i> . .	80
№ 158(2). 22.09. (п,В) Эпизоды истории развития изотопных технологий в рамках атомных проектов XX века. <i>Л.В. Инжесчик</i>	81
№ 159(3). 29.09. (В) Единая теория жизнедеятельности. <i>А.А. Васильев</i>	81
№ 160(4). 06.10. (п,т,В) Сокращения ядерных вооружений США и России и новый договор СНВ. <i>Е.В. Мясников</i> .	83
№ 161(5). 13.10. (п,В) Современные перспективы инерциального термоядерного синтеза. <i>Ю.Н. Орлов</i>	83
№ 162(6). 20.10. (м,п,В) Перспективы пилотируемой космонавтики. <i>лётчик-космонавт С.В. Авдеев, О.А. Сапрыкин</i>	84
№ 163(7). 27.10. (п,В) Статистический анализ литературных текстов. <i>Ю.Н. Орлов</i>	84
№ 164(8). 03.11. (п,В) Подземные низкофоновые эксперименты по поиску безнейтринного двойного бета-распада Ge-76. Эксперименты Heidelberg-Moscow и GERDA. <i>Л.В. Инжесчик</i>	85
№ 165(9). 10.11. (м,п,В) К вопросу об искажениях при электроакустическом преобразовании. <i>А.С. Гайдаров</i>	86
№ 166(10). 17.11. (В) Некоторые проблемы теории искусства с точки зрения физики. <i>И.А. Евин</i>	87
№ 167(11). 24.11. (п,В) Синхротронное излучение как инструмент нанодиагностики. <i>А.А. Велигжанин</i>	88
№ 168(12). 01.12. (В) С чего начинаются физические теории: геометрия и кинематика. <i>М.Г. Иванов</i>	89

№ 169(13). 08.12. (В) Моделирование в спортивной тренировке. <i>В.Н. Селуянов</i>	90
№ 170(14). 15.12. (В) Как создать успешный start up. <i>К.В. Анисимов</i>	91
Семестр № 14 (весна-2011, 171–183)	93
№ 171(15). 09.02. (п,В) Неизвестный Менделеев. Часть 1. <i>М.Г. Иванов</i>	93
№ 172(16). 16.02. (В) Неизвестный Менделеев. Часть 2. <i>А.Р. Арсеньев, В.И. Бодякин, Р.В. Некрасов</i>	94
№ 173(17). 02.03. (В) Дальний Восток России как центр мирового развития. <i>Ю.В. Крупнов</i>	94
№ 174(18). 09.03. (В) Основы общей теории обучения. <i>А.Р. Арсеньев</i>	95
№ 175(19). 16.03. (В) Искусственные и плановые языки от Декарта и до наших дней. <i>Н.В. Кроков</i>	95
№ 176(20). 23.03. (В) Формулы Фейнмана и интегралы по пространствам функций. <i>О.Г. Смолянов</i>	96
№ 177(21). 30.03. (В) Топология и симметрии в физике. <i>М.Г. Иванов</i>	97
№ 178(22). 06.04. (В) Обзор мультимедийных сред для синтеза звука и создания музыки. <i>А.С. Наджаров</i>	97
№ 179(23). 13.04. (В) Проблемы космологии и лабораторная астрофизика. <i>В.С. Беляев</i> ; Приоритеты пилотируемых программ России в космосе. <i>О.А. Сапрыкин</i>	98
№ 180(24). 20.04. (В) Творческая встреча с группой молодых композиторов Московской государственной консерватории. В обсуждении примут участие профессор консерватории <i>Л.Б. Бобылев</i> и д.ф.-м.н. <i>Г.Г. Амосов</i>	98
№ 181(25). 27.04. (В) 2-адическая параметризация генетического кода. <i>С.В. Козырев</i>	98
№ 182(26). 11.05. (В) Микроконференция Межпредметного семинара	99
№ 183(27). 16.05. (В) Микроконференция Межпредметного семинара (2-е заседание)	101
Семестр № 15 (осень-2011, 184–197)	104
№ 184(1). 07.09. Вводный семинар. Формат семинара. Обзор тематики	104

№ 185(2). 14.09. (в) Вращение сфер. <i>М.Г. Иванов</i>	104
№ 186(3). 21.09. (в) Квантовые компьютеры. <i>Л.Е. Федичкин</i> .	104
№ 187(4). 28.09. (в) Современные цифро-аналоговые вычислители. <i>С.В. Пешин</i>	104
№ 188(5). 05.10. (в) Перспективы развития мировой космонавтики. <i>лётчик-космонавт С.В. Авдеев, О.А. Сапрыкин</i>	106
№ 189(6). 12.10. (м,п,в) О математическом моделировании транспортных потоков. <i>А.В. Гасников, Я.А. Холодов</i> .	106
№ 190(7). 19.10. (в) Интерактивная музыкальная инсталляция. <i>Н.Ю. Хруст</i>	107
№ 191(8). 26.10. (в) Сверхсветовые нейтрино: теоретическое и методическое обсуждение. <i>М.Г. Иванов, А.Р. Арсеньев</i>	107
№ 192(9). 02.11. (в,п) Новые методы статистического анализа литературных текстов. <i>Ю.Н. Орлов</i>	108
№ 193(10). 09.11. (в) Невозможные квантовые эффекты в биологии. <i>С.Н. Филиппов</i>	109
№ 194(11). 16.11. (в) Математика и гуманитарные исследования. <i>В.В. Рыков</i>	109
№ 195(12). 23.11. (п,в) Михаил Ломоносов и современная физическая картина мира. <i>Р.Ф. Полищук</i>	110
№ 196(13). 30.11. (в) Атмосфера и климат Венеры: от Ломоносова до наших дней. <i>А.В. Родин; М.В. Ломоносов и российская наука. А.Р. Арсеньев</i>	111
№ 197(14). 07.12. (п,в) Квантовые процессы в сильных электромагнитных (лазерных) полях. <i>А.М. Федотов</i>	111

Семестр № 16 (весна-2012, 198–209) 112

№ 198(15). 16.02. (п,в) Обеспечение прослеживаемости измерений в нанометровом диапазоне. Достижения ЦКП МФТИ. <i>А.В. Заблоцкий</i>	112
№ 199(16). 22.02. (п,в) Практические задачи анализа нестационарных временных рядов. <i>Ю.Н. Орлов</i>	112
№ 200(17). 29.02. (п,в) Проблема необратимости и функциональная механика. <i>И.В. Волович</i>	113
№ 201(18). 07.03. (в) Математическое моделирование восприятия музыки. <i>М.А. Капустин</i>	114
№ 202(19). 14.03. (п,в) Геометрия Финслера и почему её нужно понимать физикам. <i>В.Г. Жотиков</i>	114

№ 203(20). 21.03. (п,в) Углерод — элемент «более равный», чем другие. <i>В.В. Бражкин</i>	116
№ 204(21). 28.03. (в) Измерение цвета. <i>В.С. Булыгин</i>	116
№ 205(22). 04.04. Строение и гидродинамика горячих недр Земли. <i>В.П. Трубицын</i>	117

О сборнике

Как читать этот сборник

Сборник содержит аннотации всех докладов, сделанных на Межпредметном семинаре в период 23.04.2008–29.02.2012, а также нескольких последующих запланированных заседаний.

Материалы упорядочены в хронологическом порядке и разделены по семестрам. Формат заголовка семестра:

Семестр, № семестра (осень/весна–год, номера заседаний).

Формат заголовка семинара:

№ заседания (номер в пределах учебного года). день.месяц. (код материалов) Название. *Докладчик*

«Код материалов» описывает, какие материалы к данному заседанию доступны в данном сборнике и/или на интернет-сайте семинара:

п — презентация (на сайте),

В — видеозапись (на сайте семинара и/или на сайте intuit.ru),

в — видеозапись велась, но на сайте не доступна (может быть получена у организатора),

Т — текст выступления (в сборнике и на сайте),

т — текст выступления (на сайте),

м — прочие материалы, предоставленные докладчиком (на сайте),

р — студенческий реферат (на сайте),

пр — презентация к студенческому реферату (на сайте).

Для кафедр МФТИ используются сокращения:

ктф — кафедра теоретической физики,

коф — кафедра общей физики,

кзм — кафедра теоретической механики,

км — кафедра высшей математики,

моу — кафедра математических основ управления.

Для следующих институтов используются сокращения:

МИАН — Математический институт им. В.А. Стеклова РАН,

ФИАН — Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН,

ИПМ РАН — Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН,

ИППИ РАН — Институт проблем передачи информации им. А.А. Харкевича РАН,

ИТЭФ — Институт теоретической и экспериментальной физики

им. А.И. Алиханова (ФГБУ «ГНЦ РФ – ИТЭФ»),
ИТФ РАН — Институт теоретической физики им. Л.Д. Ландау
РАН,
ИПРИМ РАН — Институт прикладной механики РАН,
ИФВЭ — Институт физики высоких энергий (ГНЦ ИФВЭ),
ЦНИИМаш — ФГУП Центральный научно-исследовательский
институт машиностроения,
ФТИАН — Физико-технологический институт РАН,
ИКИ РАН — Институт космических исследований РАН.

Информация для будущих докладчиков

Главное правило семинара: *студентам 1-го курса должно быть всё интересно и хоть что-нибудь понятно.*

Если докладчик увлекается специальными вопросами, то председательствующий может задавать уточняющие вопросы, или сам пояснять для аудитории некоторые ключевые идеи и термины доклада.

Соорганизаторы семинара:

- к.ф.-м.н., доцент Иванов Михаил Геннадьевич (ктф):
 - тел. 8(910)482-65-51,
 - E-mail: mg@phystech.edu, ivanov.mg@mipt.ru,
 - скайп: [mgiwanow](https://www.skype.com/ru/people/mgiwanow) (вечером);
- д.ф.-м.н., профессор Галахов Михаил Алексеевич (квм).

Интернет-сайт Межпредметного семинара:

<http://mezhp.r.fizteh.ru/>.

Заседания проходят по средам в 18:35–20:00 в аудитории 202 Нового корпуса МФТИ. Рекомендуемая длительность доклада — 1 час, чтобы оставить время на вопросы и обсуждение.

В аудитории имеется 4 меловые доски, по запросу докладчика предоставляются мультимедиа-проектор и компьютер (операционная система Linux-Ubuntu) с доступом к Интернету. Докладчик может также использовать свой компьютер.

Докладчику следует заранее представить следующую информацию (эта информация необходима для составления объявления и подготовки заседания):

- Ф. И. О. полностью,

- учёные степени, звания,
- место работы, должность (по желанию),
- название доклада,
- аннотация (от 2 фраз до 1/2 страницы),
- рисунок, который мог бы быть помещён в объявление и пригоден к чёрно-белой печати (по желанию),
- нужны ли проектор и компьютер,
- контактная информация: телефон, электронная почта,
- для студенческих и аспирантских докладов обязательна рекомендация научного руководителя.

Если вместе с вами семинар собираются посетить люди, которые не имеют пропуска для прохода в учебные корпуса МФТИ, то заранее вышлите их список (для каждого Ф. И. О. полностью).

Презентации рекомендуется высылать заранее по электронной почте для проверки совместимости. Рекомендуемый формат презентаций — PDF. При использовании формата PPT рекомендуется вставлять формулы в виде картинок (мы используем пакет OpenOffice.org).

При использовании нестандартных программ и/или форматов данных, докладчикам рекомендуется приносить свой компьютер со всеми необходимыми программами.

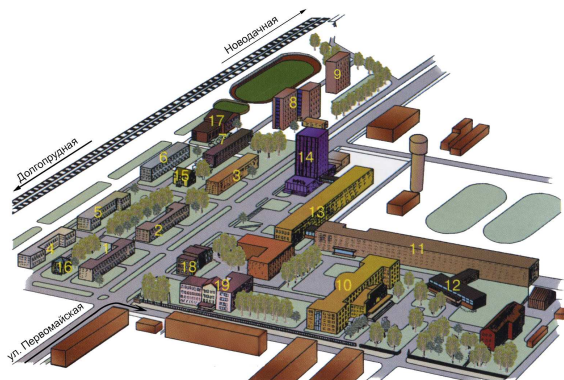
Заседания транслируются через интернет-сайт <http://yatv.ru/futurerussia/>.

Проезд

Докладчикам, приезжающим из Москвы, необходимо учитывать, что вечером в будни на въездах в Долгопрудный регулярно бывают автомобильные пробки, поэтому **наиболее надёжным транспортом является электричка** (от Савёловского вокзала или платформы Тимирязевская до платформ Новодачная или Долгопрудная). *Неоднократно бывали случаи, когда докладчики при проезде автотранспортом опаздывали на 1 час и более.*

Расписание электричек см. на сайте <http://tutu.mipt.ru/>.

Схема института и студ.городка (13 — Новый корпус):
<http://mipt.ru/institute/address1.html>.



Благодарности

Мы выражаем благодарность всем, кто помогал развитию Межпредметного семинара и участвовал в его работе, в частности, мы благодарим всех слушателей и докладчиков, а также студентов, оказывавших разного рода техническую помощь. Имена многих из них вы найдёте в этом сборнике. Большую роль в развитии семинара, чья деятельность часто проходит между факультетами и кафедрами Физтеха, сыграло руководство института, в том числе

- **Кондранин Тимофей Владимирович** — первый проректор,
- **Самарский Юрий Александрович** — проректор по учебной работе,
- **Грознов Иван Николаевич** — декан ФМБФ,
- **Негодяев Сергей Серафимович** — декан ФАКИ,
- **Шананин Александр Алексеевич** — декан ФУПМ,
- **Белоусов Юрий Михайлович** — зав. каф. теор. физики,
- **Гладун Анатолий Деомидович** — зав. каф. общей физики до 2010 г.,

- **Максимычев Александр Витальевич** — зав. каф. общей физики,
- **Петров Игорь Борисович** — зав. каф. информатики,
- **Половинкин Евгений Сергеевич** — зав. каф. высшей математики,
- **Батурин Андрей Сергеевич** — зам. декана ФФКЭ,
- **Гасников Александр Владимирович** — зам. декана ФУПМ,
- **Донов Геннадий Иннокентьевич** — зам. декана ФРТК,
- **Козьминых Валерий Аркадьевич** — зам. декана ФАКИ,
- **Родин Александр Вячеславович** — зам. декана ФПФЭ,
- **Дружинина Валентина Александровна** — зав. редакционно-издательским отделом.

Развитие Межпредметного семинара после заседания № 100

Век живи $\Leftrightarrow$ век учись $\Rightarrow$ значит надо
Межпредметной наукой владеть.
Восемь лет $\Rightarrow$ это двести докладов
И единого знания сеть.

М.А. Галахов

Межпредметный семинар начал свою работу осенью 2004 года. За первые 100 заседаний (к 16.04.2008) тематика и стиль семинара вполне определились: научно-образовательный семинар с широкой тематикой и единым физико-математическим подходом ко всем вопросам науки, техники, гуманитарной культуры и жизнеустройства.

В дальнейшем развитии семинара можно выделить следующие (пересекающиеся и взаимодействующие) направления:

- Организационное развитие: Межпредметный семинар как курс по выбору.
- Техническое развитие: Видеосъёмка, интернет-трансляция, видеоархив, интернет-сайт.
- Развитие сообщества семинара.
- Порождение дочерних проектов.

Межпредметный семинар как курс по выбору

Начиная с 2009–2010 учебного года Межпредметный семинар приобрёл статус годового технического курса по выбору.¹ Поскольку каждое заседание семинара имеет свою тему, нетривиальными задачами были как разработка программы, так и определение формы сдачи зачёта.

При разработке программы в неё были включены крупные тематические блоки, которые в той или иной форме присутствуют в работе семинара каждый год.

¹Разумеется, это не мешает участвовать в семинаре всем желающим (и не только студентам). А для студентов получение или неполучение зачёта — вопрос свободного выбора.

Программа семинара

Цель курса. Обзор с систематической физико-математической точки зрения некоторых направлений деятельности «Большого Физтеха» (МФТИ и базовых организаций), а также организаций, связанных с «Большим Физтехом». Профессиональная ориентация студентов. Стимулирование студентов МФТИ к активному выбору специализации и направления дипломной работы.

1. Информация об общеинститутских кафедрах МФТИ.
2. Информация о базовых кафедрах МФТИ и ведущихся на них фундаментальных и прикладных исследованиях.
3. Информация о научно-исследовательских организациях, сотрудничающих с МФТИ, и ведущихся на них фундаментальных и прикладных исследованиях.
4. Прикладной эффект фундаментальных исследований.
5. Инновационный эффект прикладных исследований.
6. Физика как искусство моделирования. Структура физической модели.
7. Математика как родной язык теоретической физики и общий язык естественных наук.
8. Информационные технологии и их приложения в науке и технике.
9. Физико-математический взгляд на технические дисциплины (аэрокосмические исследования, нанотехнологии и полупроводники, энергетика).
10. Физико-математические основы естественно-научных дисциплин.
11. Физико-математический взгляд на гуманитарные дисциплины (музыка и математика, геометрия и искусство, математическая и компьютерная лингвистика и др.)
12. Методы физико-математических наук и их применение.

- (a) Теоретические методы.
- i. Методы классической аналитической механики (принцип действия, лагранжев и гамильтонов формализм, обобщённые координаты и др.).
 - ii. Методы теории поля.
 - iii. Методы квантовой теории (принципы квантовой механики, фундаментальная природа квантовой вероятности).
 - iv. Методы статистической физики и термодинамики (принципы статистической физики, необратимость).
 - v. Аналитические методы.
 - vi. Геометрические методы (общая и специальная теория относительности, калибровочные теории и др.).
 - vii. Алгебраические методы.
 - viii. Методы математической физики.
- (b) Численные методы и их приложения в науке и технике.
- (c) Экспериментальные методы физики и их использование в естественных науках.

Критерии выставления зачёта

Посещение Межпредметного семинара как курса по выбору завершается получением дифференцированного зачёта. Очевидный, на первый взгляд, критерий выставления оценки на основе посещаемости в данном случае был сочтён неприемлемым как противоречащий традициям и духу Физтеха. Было принято решение, что для получения зачёта студент должен выполнить два критерия из следующего списка:

- Посещение в течение учебного года не менее половины заседаний.
- Подготовка реферата (возможно в коллективе из 2–3 человек) по теме одного из прошлых заседаний семинара.
- Подготовка микродоклада (10–15 мин.) на микроконференции Межпредметного семинара (проводится на одном из последних в учебном году майских заседаний).

- Участие в организации и ведении семинара (работа видеооператора, обработка видеозаписей, размещение материалов на сайте семинара).

На реферате стоит остановиться подробнее. Перефразируя известный американский афоризм², можно сказать: «Средний школьный или студенческий реферат — это кости, перенесённые из одной могилы в другую.»³ Однако к рефератам по Межпредметному семинару этот афоризм не относится.

Реферат должен быть одобрен докладчиком, по докладу которого делается реферат, а также организатором семинара (в процессе составления реферата с ними можно консультироваться). Практически не было случаев, чтобы реферат сдавался с первой попытки. Таким образом, реферат проходит двойную проверку людей, которые заинтересованы в качестве работы, поскольку электронная версия реферата публикуется на интернет-сайте семинара как дополнительный материал к соответствующему докладу.

Техническое развитие

Видеосъёмка

Уже весной 2008 года велась видеосъёмка отдельных заседаний Межпредметного семинара в рамках проекта «Видеолекции Физтеха».

В 2008-2009 учебном году начиная с 7-го заседания (29.10.2008) велась видеосъёмка всех заседаний силами проекта ИНТУИТ («Интернет-университет информационных технологий») издательства «Открытые системы» (см. <http://www.intuit.ru/video/tree/video/speech/mptisem/>).

Также силами проекта ИНТУИТ была проведена видеосъёмка 8 лекций «Летнего семестра-2009 Межпредметного семинара».

С осени 2009 года видеосъёмка заседаний ведётся своими силами, однако обработка видеозаписей для публикации на интернет-сайте длительное время не проводилась.

² «Дипломная работа среднего выпускника университета есть не что иное, как кости, перенесённые из одной могилы в другую.» Дж. Фрэнк Доби.

Английский оригинал (по Викицитатнику): “The average Ph.D. thesis is nothing but a transfer of bones from one graveyard to another...” J. Frank Dobie

³К рефератам в эпоху Интернета это относится в гораздо большей степени, чем к дипломным работам или PhD-диссертациям.

Начиная с весны 2010 года благодаря поддержке ректората МФТИ удалось силами студентов (**Ульянов Иван Сергеевич**, ФФКЭ; **Луньков Александр Олегович**, ФАКИ) наладить не только видеозапись, но и обработку видеоматериалов и их публикацию в видеоархиве семинара (см. <http://mezhpr.fizteh.ru/videoarxiv/>). В настоящее время в видеоархиве опубликованы видеозаписи всех заседаний за 2010-2011 учебный год. Более ранние и более поздние видеозаписи продолжают обрабатываться.

Интернет-трансляция

Начиная с 20.10.2010 ведётся прямая трансляция заседаний семинара через общественный интернет-телеканал «Будущая Россия» по адресу <http://yatv.ru/futurerussia/>. При этом предварительная видеозапись становится доступной по тому же адресу сразу по окончании трансляции (организатор телеканала «БР» — **Смирнов Евгений Павлович**).

Планируется в ближайшее время предоставить возможность удалённым участникам семинара, смотрящим заседания через интернет-трансляцию, задавать вопросы докладчикам в текстовом чате.

Интернет-сайт

Интернет-сайт семинара начал работать с осени 2004 года по адресу <http://theorphys.mipt.ru/mezhpr/>. После заседания № 100 развитие сайта помимо рутинного добавления объявлений, аннотаций и презентаций включало также:

- создание и заполнение видеоархива,
- включение в число размещаемых материалов рефератов, написанных студентами в процессе сдачи зачёта по Межпредметному семинару.

С февраля 2012 года интернет-сайт был перемещён на новый адрес <http://mezhpr.fizteh.ru/>.

Система рассылки и прототип социальной сети

Как и ранее, перед каждым заседанием семинара проводилась рассылка объявления и аннотации по электронной почте в адрес всех подписчиков.

По весну 2009 года включительно основным способом рассылки был встроенный инструмент ведения рассылок системы ведения интернет-портала МФТИ. Начиная с осени 2009 года данная система перестала поддерживаться и рассылки осуществляются с использованием электронной почты gmail с адреса `mgii@phystech.edu`.

В обоих случаях электронная рассылка оказалась очень ненадёжным средством оповещения. Так, в настоящее время список рассылки включает 523 адреса, однако на многие из этих адресов рассылка не доходит по различным причинам: прекращение существования адреса, неиспользование адреса, фильтрация рассылки спам-фильтрами. В частности, периодически адрес, с которого осуществляется рассылка, попадает в «чёрные списки» почтового сервиса `mail.ru`, после чего рассылка не доходит на адреса в поддерживаемых данным сервисом доменах (для исключения из чёрного списка каждый раз приходится вести переписку с технической поддержкой `mail.ru`).

Данная проблема не является исключительной проблемой нашего семинара — это лишь часть проблем, порождаемых как злоупотреблениями возможностями Интернета (спам и т.п.), так и борьбой с этими злоупотреблениями (спам-фильтры, чёрные списки и пр.). Интернет первоначально возник и развивался внутри научно-образовательного сообщества, члены которого в массе своей вели себя достаточно корректно, чтобы не создавать проблем функционирования сети. По собственному опыту автора, по крайней мере вплоть до 1998 года проблема спама практически не стояла. Однако по мере роста Интернета и его коммерциализации научно-образовательное сообщество перестало доминировать в Интернете и стало лишь одной (хотя и влиятельной) из многих групп пользователей.

Проблему могло бы решить создание изолированного сегмента Интернета, ориентированного на научно-образовательное сообщество, внутри которого отсутствовала бы обычная в Интернете анонимность. В качестве эксперимента создание подобной системы (прототипа неанонимной научно-образовательной социальной сети) осуществляется под эгидой Межпредметного семинара. По согласованию с ректоратом МФТИ был выделен ряд доменов, основным из которых является `f.fizteh.ru`, в котором работает почтовый сервер, «закрытый от внешнего мира», т.е. не принимающий и не отправляющий почту с внешних адресов, а также некоторые другие сервисы. Разработкой и поддержкой программного обеспечения занимается студент 4-го курса ФПФЭ **Шапошников Дмитрий Сергеевич**.

Начиная с осени 2011 года через данную систему осуществляется параллельная рассылка Межпредметного семинара (пока в 42 адреса).

Развитие сообщества семинара

Развитие сообщества участников семинара протекает как

- развитие сообщества экспертов и докладчиков,
- развитие ядра семинара,
- развитие сообщества студентов-участников.

За время работы семинара преподаватели МФТИ привыкли, что семинар освещает на хорошем научном и методическом уровне широкий круг вопросов и при этом является постоянно действующим. Многие преподаватели, которые первоначально доброжелательно наблюдали за процессом развития семинара со стороны, постепенно стали посещать интересные им заседания. При этом многие из них сами выступали с докладами или предлагали кандидатуры возможных докладчиков и темы докладов.

Сложилось ядро семинара, входящие в которое преподаватели МФТИ регулярно делают доклады на семинаре и/или посещают большое количество заседаний и привлекают большое количество докладчиков.

- **Иванов Михаил Геннадьевич** (к.ф.-м.н., доцент ктф) — организатор семинара с момента основания.
- **Галахов Михаил Алексеевич** (д.ф.-м.н., профессор км) — соавтор идеи семинара, с осени 2009 года — постоянный участник, с осени 2011 года — соорганизатор.
- **Амосов Григорий Геннадьевич** (д.ф.-м.н., доцент км; в.н.с. МИАН; преподаватель Московской консерватории) — регулярный докладчик и (со)организатор-(со)председатель почти всех заседаний, связанных с музыкой.
- **Арсеньев Андрей Романович** (старший преподаватель коф) — один из первых и наиболее частых докладчиков, с осени 2010 г. — постоянный участник.

- **Орлов Юрий Николаевич** (д.ф.-м.н., км; зав. отделом ИПМ РАН) — один из первых и наиболее частых докладчиков.

Студенты обычно участвуют в семинаре в качестве слушателей, но часто эти слушатели отнюдь не пассивны. Наиболее активные из них сами предлагают возможные темы заседаний и помогают находить и приглашать соответствующих докладчиков. Один из наиболее активных студентов-участников последних лет — **Антонович Мирослав Геннадьевич** (ФОПФ, 4-й курс). Также активности студентов способствует сдача зачёта по Межпредметному семинару как по курсу по выбору, которая, как правило, предполагает написание реферата или выступление с докладом на микроконференции.

Порождение дочерних проектов

Летний семестр-2009 Межпредметного семинара

29 июня – 7 июля 2009 года был прочитан цикл из 10 популярных лекций для абитуриентов МФТИ.

Лектор: к.ф.-м.н., доцент ктф **Иванов Михаил Геннадьевич**.

- 29 июня (понедельник) — **Математические мультфильмы** (по материалам сайта «Математические этюды» <http://etudes.ru/>).

- 30 июня (вторник) — **Параллельные миры в фантастике и физике** (В).

- 1 июля (среда) — **Фракталы в математике, физике и искусстве**.

- 2 июля (четверг) — **Идеи общей теории относительности в физике и не только** (В).

- 3 июля (пятница) — **p -адические числа: теория чисел и физика** (В).

- 4 июля (суббота) — **Возможно всё, что может произойти. Что лежит в основе квантовой механики?** (В) Дополнительная лекция по теме **Чудеса в квантовой механике: телепортация, измерение без взаимодействия, квантовый эффект Зенона** (В).

- 6 июля (понедельник) — **Линейная алгебра для самых маленьких. Как вы могли бы изучать “аналит” в 1-м классе.** (В) Дополнительная лекция по теме **Зачем нужна линейная алгебра? Обзор обучения в МФТИ с точки зрения одного предмета.** (В).

· 7 июля (вторник) — **Почему в специальной теории относительности не возникает парадоксов?** (В).

Для лекций, отмеченных символом «(В)», имеется видеозапись на сайте intuit.ru. Эти 8 видеозаписей впоследствии неоднократно использовались в качестве раздаточного материала для абитуриентов и школьников на различных физико-математических олимпиадах.

Организация лекций была вызвана тем, что в 2009 г. впервые во время приёмной кампании в МФТИ основная масса абитуриентов не сдавала экзамены, засчитывая вместо этого результаты ЕГЭ и/или олимпиад. Лекции были организованы экспромтом специально для абитуриентов, ожидающих собеседования. По причине недостаточного оповещения число слушателей было невелико: 10–20 человек. Тем не менее, судя по реакции абитуриентов, опыт можно считать удачным.

Идею чтения лекций для ожидающих собеседования абитуриентов высказал зам. декана ФАКИ **Козьминых Валерий Аркадьевич**, и поддержал проректор по учебной работе **Самарский Юрий Александрович**.

Летняя Школа «Прикладные математика и физика»

«Международная научная школа для молодёжи и преподавателей “Прикладные математика и физика: от фундаментальных исследований к инновациям”» (Школа ПМФ) проводилась 1–10 июля в 2010 и 2011 гг.

Инициаторами проведения Школы ПМФ выступили:

- профессор **Белоусов Юрий Михайлович** (зав. ктф),
- доцент **Киреев Виктор Борисович** (учёный секретарь учебно-методического объединения по направлению «Прикладные математика и физика»),
- доцент **Иванов Михаил Геннадьевич** (ктф).

Мы частично опирались на успешный опыт проведения Межпредметного семинара, а также «Летнего семестра-2009 Межпредметного семинара», поэтому Школу ПМФ можно считать по отношению к Межпредметному семинару частично дочерним проектом.

Термин «летняя школа» охватывает целый ряд различных стандартных форм организации дополнительного образования (для разных категорий обучаемых) и коммуникации профессионалов. Эти формы варьируются от детского научного или научно-спортивного лагеря (см., например, [1, 2]) до разновидности научной конференции. Варьируются также категории слушателей (школьники, студенты, аспиранты, стажёры, молодые научные сотрудники, преподаватели школ или вузов, действующие учёные) и лекторов (школьные учителя, энтузиасты кружковой работы, студенты, аспиранты, преподаватели вузов, действующие учёные).

«Международная научная школа для молодёжи и преподавателей “Прикладные математика и физика: от фундаментальных исследований к инновациям”» (Школа ПМФ) [3] представляет собой комбинацию разных вариантов летней школы как по составу участников, так и по формам работы. В качестве слушателей в школе участвуют школьники старших классов, абитуриенты МФТИ, студенты и аспиранты МФТИ и других вузов (преимущественно членов УМО «Прикладные математика и физика»), школьные учителя-естественники, преподаватели вузов. В качестве лекторов выступают в основном действующие учёные и вузовские преподаватели. Школа включает секции, работающие в формате научной конференции, докладчики на которых — молодые учёные, студенты и аспиранты. На основе этих секций проводится конкурс молодёжных научных работ.

Смешанный состав участников позволяет установить контакт между разными поколениями исследователей. Важную роль при этом играет проведение школы в МФТИ, что позволяет задействовать научные связи института, включая сеть базовых кафедр и сеть вузов, ведущих обучение по направлению «Прикладные математика и физика» (основному направлению обучения в МФТИ).

Среди летних школ для школьников Школа ПМФ, вероятно, входит в число первых по разнообразию и уровню участвующих лекторов.

Сроки проведения школы приурочены к срокам приёмной кампании МФТИ, что позволяет, с одной стороны, привлечь мотивированную молодёжь из числа поступающих в бакалавриат и магистратуру МФТИ, а с другой стороны, привлечь базовые кафедры МФТИ, которые участвуют в собеседовании и предварительном распределении поступающих по группам и кафедрам.

Предпосылки организации школы в это время появились в 2009

году при отмене летних вступительных экзаменов. Школа ПМФ проводится начиная с 2010 года. В 2009 году школа ещё организовывалась, но уже проводились отдельные мероприятия (лекции, экскурсии в лаборатории), которые в дальнейшем были включены в программу школы.

Школа ПМФ включает следующие направления работы:

- летняя школа широкой тематики для школьников, абитуриентов и студентов,
- короткие курсы лекций по отдельным темам для студентов («летний семестр»),
- разбитая по секциям научная конференция (преимущественно молодёжная),
- олимпиада по физике и математике для абитуриентов и школьников.

Существенную роль в проведении школы играет традиционная физтеховская солидарность студентов, абитуриентов, выпускников и преподавателей. Основы этой солидарности часто закладываются в школе, при обучении в ЗФТШ и/или специализированных физмат-классах.

За счёт средств благотворителей-выпускников МФТИ абитуриентам-победителям олимпиады Школ ПМФ 2010, 2011 гг. были присуждены дополнительные стипендии (5000 руб. в месяц) при условии поступления в МФТИ.

Литература

[1] http://ru.wikipedia.org/wiki/Летняя_школа

[2] Интернет-сайт летней школы «Химера»:

<http://www.ximmera.ru/>

[3] Интернет-сайт летней Школы ПМФ: <http://leto.mipt.ru/>

Методический междпредметный семинар для учителей

С осеннего семестра 2009 года по осенний семестр 2010 года в школе № 1 города Долгопрудного (Институтский переулок, д. 1) работал «Методический междпредметный семинар для учителей». Школа № 1 — географически ближайшая к МФТИ (через переулок

от студ. городка). В 1950–1960-е годы эта школа тесно взаимодействовала с МФТИ, её выпускниками являются известные учёные и преподаватели МФТИ, в том числе

- доктор философских наук, профессор **Илларионов Сергей Владимирович** (24.12.1938 – 21.11.2000);
- д.ф.-м.н., член-корр. РАН **Гущин Валентин Анатольевич** (г.р. 1947).

Позднее основной физтеховской школой в г. Долгопрудном стала школа № 5.



Старый вид здания школы № 1 г. Долгопрудного

Администрация школы (директор **Борисова Марина Александровна**, завуч **Терентьева Елена Геннадьевна**) охотно пошла навстречу предложению возобновить сотрудничество с преподавателями МФТИ.

Состоялось 19 заседаний Методического межпредметного семинара:

1. 15.09.2009. Вводный семинар. Школоцентризм. Идея семинара. Обзор тематики. М.Г. Иванов (МФТИ).
2. 22.09.2009. Здоровьесберегающая деятельность образовательного учреждения. Т.А. Филиппова (ИВФ РАО).
3. 29.09.2009. Научные забавы. Е.А. Ширяев.

4. 06.10.2009. Общественные организации МФТИ, которые могут быть интересны для школ и школьников. Н.В. Иванов, Р.Д. Таплипов (Студенческий профсоюзный комитет МФТИ).
5. 13.10.2009. Современные образовательные ресурсы — серия 'Открытая коллекция' для интерактивных досок. Н.Н. Гомулина (МИОО; Физикон).
6. 20.10.2009. "Игровое изучение литературы и языков на компьютере" В.Т. Поляковский (независимый разработчик)
7. 27.10.2009. Военно-патриотический клуб как общественное явление. А.А.Кравченко (Руководитель Проекта по содействию развитию военно-патриотического воспитания «Стяг»).
8. 17.11.2009. Математика и физика как инструмент и образец для всех наук. М.Г. Иванов (МФТИ).
9. 24.11.2009. Современная биология в школьной программе. И.Л. Окштейн (МФТИ).
10. 01.12.2009. Единицы измерения, размерности и фракталы в математике, физике, биологии и искусстве. М.Г. Иванов (МФТИ).
11. 08.12.2009. Свободное программное обеспечение. Д.А. Подлесных (МФТИ).
12. 15.02.2010. Школа знаний или школа компетенций? А.Д. Гладун (МФТИ, главный редактор журнала «Потенциал»).
13. 01.03.2010. Подобие и размерность в математике, физике, биологии. М.Г. Иванов (МФТИ).
14. 07.04.2010. Компетенции в школе: практический подход. М.Ю. Кожаринов (Образовательного бюро «Солинг»).
15. 12.04.2010. Семинар в честь Дня Космонавтики. Параллельные миры и путешествия во времени. Фантастика с точки зрения физики и математики. М.Г. Иванов (МФТИ).
16. 28.09.2010. Современные математика и физика в образовании. М.Г. Иванов (МФТИ).

17. 12.10.2010. Занимательная физика. Н.Б. Ганайлюк (ООО «Весёлая наука»).
18. 09.11.2010. Космология. История и устройство Вселенной. М.Г. Иванов (МФТИ).
19. 30.11.2010. Опыт школы № 29 г. Подольска: школьные обсерватория и планетарий. М.Г. Иванов (МФТИ).

С материалами Методического межпредметного семинара можно ознакомиться на интернет-сайте <http://mezhpri.fizteh.ru/metod/>.

Методический межпредметный семинар предполагался как семинар для учителей г. Долгопрудного, чья аудитория не ограничивалась бы исключительно школой № 1.

Организация межпредметного семинара для учителей оказалась существенно более сложной задачей, чем организация аналогичного семинара для студентов. Учителя существенно менее аккуратно посещали заседания. Также сказалось то, что семинар не удалось организовать как курсы повышения квалификации. В связи с этим мы пока переключились на другие формы организации школьной общестественности города, в том числе через городское методическое объединение по физике (руководитель — **Прусская Любовь Евгеньевна**) и информационно-методический отдел городского Управления образования (руководитель — **Авденина Наталья Владимировна**), которые помогают привлекать учителей и школьников города к участию в качестве слушателей в Межпредметном семинаре и Школе ПМФ, а также привлекать преподавателей МФТИ к мероприятиям городского методического объединения по физике.

Иванов М.Г.

Семестр № 8 (весна-2008, заседания 92–103)

№ 101(23). 23.04. Знак и символ в музыке

профессор **Кобляков Александр Александрович** (декан композиторского факультета Московской государственной консерватории им. П.И. Чайковского)

к.ф.-м.н. **Амосов Григорий Геннадьевич** (км)

Предлагается модель решения традиционно трудных в искусствоведении вопросов о взаимоотношении знака и символа. В основе модели лежат отношения нового типа — трансмерные отношения. В контексте темы демонстрируется отличие текста произведения от самого произведения.

№ 102(24). 30.04. Современная космологическая модель

д.ф.-м.н. **Лукаш Владимир Николаевич** (Астрокосмический центр ФИАН)

Рассмотрены проблемы и прогресс стандартной модели Вселенной: начальные условия, теория Большого взрыва, генерация космологических возмущений, бариогенезис, темная материя и темная энергия, космологические параметры, образование крупномасштабной структуры Вселенной, стандартная модель и ее расширения.

№ 103(25). 14.05. Шапка-невидимка в радиодиапазоне

Лизнёв Евгений Олегович (студент ФПФЭ)

В докладе рассказывается о методах обеспечения невидимости объекта в радиодиапазоне, при которых объект не возмущает поле плоской электромагнитной волны за счёт преломления волн в поверхностном слое.

Семестр № 9 (осень-2008, 104–117)

№ 104(1). 17.09. Вводный семинар. Обзор тематики возможных докладов. Счёт картинками. Умножение слева, справа, сверху, снизу и наискосок

к.ф.м.н. **Иванов Михаил Геннадьевич** (ктф)

Во вводном семинаре примут участие преподаватели разных кафедр. Они перечислят темы, которые хотели бы осветить на Межпредметном семинаре, а также темы, про которые могут что-то рассказать, если возникнут заявки. Предполагается, что на основании этого будет определена программа нескольких первых межпредметных семинаров.

После окончания организационной части и микродокладов (если останется время) будет дан обзор диаграммных методов записи формул с точки зрения предметов, изучаемых на младших курсах.

На вводном семинаре помимо студентов мы были бы рады видеть всех заинтересованных в Межпредметном семинаре преподавателей, особенно тех, кто уже выступал у нас. Мы были бы благодарны, если бы преподаватели проинформировали свои группы о Межпредметном семинаре.

№ 105(2). 24.09. p -адические числа и квантовая механика

к.ф.-м.н. **Зеленов Евгений Игоревич** (МИАН)

В предстоящем докладе дается краткое введение в p -адическую математическую физику. Это направление в настоящий момент активно развивается. Основная идея — использование в качестве основного числового поля поле p -адических чисел, а не привычное для физических моделей поле вещественных чисел.

Будет дано определение поля p -адических чисел и рассмотрены его свойства.

В качестве модели математической физики стрится одномерная квантовая механика, а точнее, представление коммутационных соотношений для одномерной p -адической квантовой механики.

Ниже перечислен ряд задач, которые рассматриваются в рамках предложенной модели.

Теорема о единственности представления коммутационных соотношений.

Принцип неопределенности Гейзенберга и задача о полноте подсистем когерентных состояний.

Квантование динамики и индекс Маслова.

Примечание организатора. Все непонятные слова будут объяснены на семинаре.

« p -адический» читается как « p -адический». Здесь p — некоторое простое число.

Литература

В.С. Владимиров*, И.В. Волович, Е.И. Зеленов, « p -адический анализ и математическая физика».

* В.С. Владимиров — академик Василий Сергеевич Владимиров, автор классического курса «Уравнения математической физики», написанного на основе лекций, в течение многих лет читавшихся в МФТИ.

№ 106(3). 01.10. Перспективы инерциального термоядерного синтеза

д.ф.-м.н. **Орлов Юрий Николаевич** (ИПМ РАН; км)

В настоящее время наряду с обычным термоядерным синтезом, использующим магнитное удержание (токамаки), развивается также и другое направление — инерциальное удержание плазмы, когда в малых объемах сосредоточено большое количество вещества с высокой температурой, успевающее прореагировать в течение времени разлета, которое за счет инерции хотя и малое, но конечное. Если для токамака главная задача — удержать плазму, то для альтернативных вариантов — напротив, главное зажечь, а удерживать и не обязательно. Чтобы такая реакция в конце производственной цепочки имела бы энергетические перспективы в виде работающей электролампочки, надо взять очень маленькие термоядерные мишени и изготовить очень большие устройства (драйверы) для их разогрева и зажигания. Будут рассмотрены различные варианты иницирования термоядерных мишеней, их преимущества и ограничения, а

также перспективы научного и технологического совершенствования математических моделей и реальных устройств.

№ 107(4). 08.10. Спонтанное нарушение симметрии

к.ф.-м.н. **Иванов Михаил Геннадьевич** (ктф)

В современной теоретической физике одной из ключевых идей является идея симметрии. Однако симметрия физической системы не всегда проявляется явно. Часто симметрия нарушена. Является ли нарушенная симметрия вообще симметрией? Да, если мы имеем дело со *спонтанным нарушением симметрии!*

Спонтанное нарушение симметрии возникает при фазовых переходах второго рода, например, при переходе в сверхпроводящее или сверхтекучее состояние, при переходе в ферромагнитное состояние и т.д. Фазовые переходы второго рода, связанные со спонтанным нарушением симметрии, могут возникать не только в теории конденсированного состояния, но и в квантовой теории поля (нарушение калибровочной симметрии, бозон Хиггса, который хотят найти на БАКе, и т.п.).

Спонтанное нарушение симметрии можно рассматривать и для систем, не относящихся к физике. В качестве примера будет рассмотрена модель спонтанного нарушения симметрии между близнецами.

№ 108(5). 15.10. (м) Электромагнитное поле как поле кватернионов

к.ф.-м.н. **Ханукаев Юрий Исламович** (кзм)

Комплексное число $z = x + iy$ можно представить как точку или вектор на плоскости (x, y) . В некоторых случаях это позволяет описать движение точки на плоскости с помощью одной комплексной координаты.

Однако для многих задач 2-мерное пространство оказывается слишком «тесным», в частности, в релятивистской динамике мы имеем 4-мерное пространство-время. Замечательно, что гиперкомплексное число — кватернион $w = t + \mathbf{i}x + \mathbf{j}y + \mathbf{k}z$ — естественно представить точкой как раз в 4-мерном пространстве (t, x, y, z) . Описание электродинамики на языке кватернионов хотел найти ещё Дж. К. Макс-

велл, однако тогда (в XIX-м веке) кватернионы внесли в математический аппарат физики скалярное и векторное произведения, но сами оказались забыты.

В настоящем докладе электродинамика формулируется как релятивистская теория в кватернионных переменных.

№ 109(6). 22.10. Что мы знаем о белковых молекулярных машинах?

к.ф.-м.н. **Некрасов Алексей Норбертович** (Институт биоорганической химии им. М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова РАН)

На семинаре будет рассказано о новом оригинальном подходе к рассмотрению аминокислотных последовательностей — методе Анализа Информационной Структуры (АНИС) белков. В его основе лежит новый способ кодирования последовательностей белков, позволяющий выделять в них иерархически организованные элементы, т.н. Элементы Информационной Структуры (ЭЛИС).

1. Показывается, что пространственной структуре белка ЭЛИС соответствуют фрагменты, обладающие повышенной структурной устойчивостью. На основе этого разработан метод получения модифицированных форм белков, который использован для получения укороченной функционально активной формы пероксиредоксина-6 и антагониста интерлейкина-13.

2. С помощью этого приближения удалось провести анализ механизма функционирования ряда ферментов и предложить способ идентификации остатков, формирующих активные центры ферментов.

3. Данное приближение позволило объяснить различный уровень эффективности взаимодействия полипептидных цепей между собой, что было использовано при получении рекомбинантных вакцин.

Закключение: предложенный подход может являться методической базой для рассмотрения белков как «молекулярных машин». Он позволяет разделять их на отдельные элементы (имеющие иерархическую организацию) и исследовать особенности взаимодействия между этими элементами.

Примечание организатора. Насколько мне известно, один из методов, используемых докладчиком, — статистический анализ белка как текста, записанного буквами-аминокислотами. Чтобы выде-

лить «слова» и понять их значение, используется «частотный словарь», составленный по большой «библиотеке» текстов-белков. Хотя докладчик, скорее всего, уличит меня в вульгаризации.

№ 110(7). 29.10. (п,В) Спутниковые навигационные системы GPS и GLONASS

к.ф.-м.н. **Барабанов Иван Николаевич** (КТМ)

В настоящее время системы точного позиционирования с использованием спутников достигли такого уровня развития и распространения, что стали стандартом оборудования как для военных, так и для гражданских приложений. Нарисовать точную карту, построить мост или дорогу, найти заправку или отель в незнакомом городе, выйти в море на яхте и даже просто пойти на охоту и не заблудиться — все это сейчас уже кажется невысказанным без спутниковых навигаторов.

Предполагается, что на семинаре будут затронуты следующие вопросы:

- история создания спутниковых навигационных систем;
- структура спутниковой навигационной системы, ее параметры и принципы ее функционирования;
- принципы определения координат с помощью спутниковой навигационной системы;
- некоторые математические задачи, возникающие при определении координат;
- точность определения координат, факторы, влияющие на точность и методы ее повышения;
- обзор задач (не претендующий на полноту), которые решаются в настоящее время с применением спутниковых навигационных систем;
- перспективы развития спутниковых навигационных систем.

№ 111(8). 05.11. (п,В) Вода как сегнетоэлектрик: Аномальные свойства воды и дальнотействующие взаимодействия наночастиц в водном окружении

к.ф.-м.н. **Федичев Пётр Олегович** (Квантум Фармасьютикалз, <http://www.q-pharm.com>)

Взаимодействие наночастиц в водном окружении сложной геометрической формы представляет не только практический, но и фундаментальный интерес. В наших работах мы показываем, как экстремальные диэлектрические и аномальные термодинамические свойства воды связаны между собой и приводят к появлению длиннодействующих взаимодействий даже нейтральных наночастиц между собой. В результате исследования построена простая модель полярной жидкости, непосредственно пригодная для практических расчетов.

№ 112(9). 12.11. (В) Правильные паркеты в двумерных пространствах постоянной кривизны

к.ф.-м.н. **Иванов Михаил Геннадьевич** (ктф)

В творчестве Мориса Эшера, о котором должен был рассказывать запланированный на сегодня доклад (см. ниже доклад № 115), большое место уделяется различным мозаикам. Причём это мозаики не только на плоскости, но и на сфере и на плоскости Лобачевского, т.е. на двумерных пространствах постоянной кривизны. Сегодня мы рассмотрим простейшие из таких мозаик — мозаики, состоящие из правильных многоугольников. И, если на евклидовой плоскости замощения правильными треугольниками, квадратами или шестиугольниками полностью решают задачу, на сфере и плоскости Лобачевского возможны и более интересные варианты. . .

№ 113(10). 19.11. (в,р) Неравенство Белла и возможные интерпретации его нарушения

д.ф.-м.н. **Хренников Андрей Юрьевич** (Växjö universitet, Швеция)

Квантовая нелокальность несомненно является самой популярной темой современной квантовой физики. Многие интригующие свойства квантовой теории информации напрямую связываются с квантовой нелокальностью. Квантовая нелокальность получается из неравенства Белла как единственная альтернатива «смерти реальности» — невозможности объективной интерпретации результатов наблюдений.

С другой стороны, квантовая теория поля описывается локальным формализмом.

Как разрешить это противоречие? Предлагается детальный анализ вероятностной структуры аргументов Белла. Показано, что его рассуждения основаны на очень серьёзном предположении, а именно: возможности реализовать набор наблюдаемых, которые нельзя измерить совместно, с помощью случайных величин, заданных на едином вероятностном пространстве. Это предположение в рамках ЭПР-эксперимента не совсем обосновано.

Итак, вместо альтернативы: либо гибель реальности, либо нелокальность, мы получаем третью возможность: вероятностная несовместимость некоторых квантовых наблюдаемых.

Примечание организатора. Многие наивно полагают, что знаменитый спор Бора с Эйнштейном о полноте квантовой механики давно закончился безоговорочной победой Бора, который был по всем статьям прав, над Эйнштейном, который по всем статьям ошибался. Однако на самом деле всё гораздо интересней. Вершиной аргументов Эйнштейна была знаменитая статья «ЭПР» (Эйнштейна–Подольского–Розена, Phys. Rev. 47, 777–780 (1935), см. http://prola.aps.org/abstract/PR/v47/i10/p777_1). Рассуждения ЭПР позволили выявить принципиальное различие между квантовой теорией и любой «естественной» классической теорией, которую мы могли бы когда-либо вообразить. Это принципиальное различие было позднее сформулировано Джоном Беллом в виде теоремы (J. S. Bell, On the Einstein Podolsky Rosen Paradox, Physics 1, 195 (1964), см. http://www.drchinese.com/David/Bell_Compact.pdf), утверждающей, что любая локальная классическая теория должна удовлетворять некоторому неравенству. Нарушение этого неравенства было подтверждено в эксперименте Аспекта (Phys. Rev. Lett. 49, 1804–1807 (1982), см. http://prola.aps.org/abstract/PRL/v49/i25/p1804_1). Споры о том, как же следует правильно понимать нарушение неравенств Белла, идут до сих пор.

№ 114(11). 26.11. (В) Акустические фононы в гидродинамике и решение Шварцшильда

д.ф.-м.н. Катанаев Михаил Орионович (МИАН)

Показано, что акустические фононы в жидкости описываются волновым уравнением с эффективной четырехмерной метрикой, описывающей нетривиальную геометрию пространства-времени. Эта метрика определяется классическими нерелятивистскими уравнениями гидродинамики. Дан эвристический «вывод» решения Шварцшильда в координатах Пенлеве–Гулстранда. В таком виде метрика Шварцшильда конформно эквивалентна эффективной метрике для акустических фононов.

Примечание организатора. Речь пойдет об аналогах чёрных дыр в гидродинамике. Можно рассматривать уравнения акустики на фоне потока жидкости как волновые уравнения в искривлённом пространстве-времени, в котором роль скорости света играет скорость звука. Аналогия между гидродинамикой и геометродинамикой (общей теорией относительности) позволяет лучше понять обе теории и включить дополнительную физическую интуицию.

№ 115(12). 03.12. Математические этюды М.К. Эшера

к.ф.-м.н. **Притыкин Дмитрий Аркадьевич** (КТМ)

М.К. Эшер — голландский художник-график (1898–1971). Многие его рисунки построены на парадоксе, иллюзии или многозначности. Среди первых поклонников графики Эшера оказалось немало математиков, что неудивительно, поскольку в основе многих его работ лежат принципы симметрии или повторяющихся структур. Впрочем, рисунок Эшера — скорее представленная в художественной форме идея, чем просто симметрия или определенная структура, причем идея, которую некоторые математики не гнушаются изучать (а то и моделировать) математическими методами. С другой стороны, сам Эшер, не имея математического образования, черпал идеи у математиков. Известно, например, что иллюзия, изображенная на известнейших его картинах «Подъем и спуск» и «Водопад», придумана Р. Пенроузом.

Среди математических объектов, нашедших отражение в работах Эшера, можно встретить мозаики, многогранники, спирали, фракталы (порой выполненный в стиле «психоделическая топология»).

В своем эссе о мозаиках Эшер писал: «... Математики открыли дверь, ведущую в другой мир, но сами войти в этот мир не решились. Их больше интересует путь, на котором стоит дверь, чем сад,

лежащий за ней». Во время семинара мы, как и пристало математикам, поговорим о пути и о двери. Надеюсь, желающие выйти в сад, смогут отправиться туда самостоятельно.

Примечание организатора. об Эшере см. также

http://ru.wikipedia.org/wiki/Эшер,_Морис и

http://im-possible.info/russian/articles/escher_math/escher_math.html.

№ 116(13). 10.12. (Т,В) О невозможных расширениях курса линейной алгебры

профессор **Беклемишев Дмитрий Владимирович** (км)

В докладе изложена точка зрения автора на место линейной алгебры в математике и в преподавании на Физтехе. Также рассказано о важных, с точки зрения автора, вопросах, которые должны были бы в этот курс входить.

Примечание организатора. Материалы курса линейной алгебры используются далее во многих других курсах, в том числе в курсах теоретической механики, теории поля, квантовой механики, статистической физики, вычислительной математики и др. Помимо этого, бесконечномерные обобщения идей линейной алгебры используются в математическом анализе, дифференциальных уравнениях, функциональном анализе, теоретической механике, квантовой механике и т.д.

О невозможных расширениях курса линейной алгебры

То, что я буду говорить — не математика, а о математике. Поэтому все мои высказывания будут расплывчаты, неоднозначны, а значит, каждый может понимать их по-своему. Все, что сказано в начале о взаимосвязи математических наук, весьма спорно, я и сам могу оспорить любое положение. Вместо спора можно постараться выработать свою точку зрения.

Как я себе представляю, математику можно разделить на дисциплины: алгебру, геометрию и анализ. Множества эти нечеткие,

между ними нет границ, по краям они перемешиваются. Если раскрасить алгебру красным, геометрию — синим, а анализ желтым, то возникнут оранжевая, фиолетовая, зеленая и белая зоны, и каждая из них переливается различными оттенками цвета и насыщенности.

Пожалуй, наиболее четкое определение геометрии дал кто-то из классиков, сказав, что геометрия — это то, чем занимаются геометры. Аналогично можно определить и остальные дисциплины. Естественно возникает вопрос, кто же такие геометры. Тут не следует ждать точного определения, но геометра так же легко отличить, скажем, от алгебраиста, как математика от физика.

Результат обучения — не только, а может быть и не столько, усвоение фактов, а воспитание, привитие обучаемому понятия о том, что правильно, а что не правильно, что должно быть, а чего не должно, что хорошо и что плохо. Так вот, представители разных направлений в математике отличаются воспитанием. Небольшой пример, никому не в осуждение, а для того, чтобы показать, что означает разница в воспитании.

Кафедра математики Физтеха состояла (и состоит) в значительной мере из специалистов по анализу. Когда я начинал преподавать, квадратичная форма опеределялась как однородный многочлен второй степени от n переменных, определение, из которого исходил, скажем, Сильвестр. В этом изложении было совершенно не ясно, что же значит привести форму к каноническому виду: канонический вид — другой многочлен. Вопрос обходился, хотя и при таком определении можно всё четко разъяснить. Это как-то никого не беспокоило, а мне с геометрическим воспитанием казалось невозможным заминать это место.

Для пояснения цветной картинки можно сказать, что топология, предметом которой является изучение предельного перехода при самых общих предположениях, или изучение свойств множеств, неизменных при взаимно однозначных непрерывных отображениях, относится, в основном, к фиолетовой зоне. А дифференциальная геометрия — к оранжевой. Но они не только соприкасаются, но и в значительной мере перемешиваются.

Возможность построить гладкое векторное или определенного типа тензорное поле на дифференцируемом многообразии определяется его топологической структурой. Простой пример: на сфере, в отличие от плоскости, не может существовать гладкого векторного поля без особой точки.

Когда было понято значение связи топологического строения многообразия с тензорными полями на нем, возникло целое большое направление математических исследований. Это напоминало огонь газосварочного аппарата: синее и оранжевое смешиваются и возникает ослепительное почти белое пламя. Сходство дополняла и выделявшаяся при этом энергия.

Нужно заметить, что чем лучше разработана математическая теория, тем больше она отливает красным цветом. Алгебраические свойства математических объектов глубже всего лежат в природе вещей, и когда мы добираемся до сути, суть эта оказывается алгебраической. (О пучках квадратичных форм.)

Но пора перейти к линейной алгебре. Она возникла в конце XIX в. как чисто алгебраическая дисциплина, алгебра линейных, а затем и билинейных многочленов. Однако, начиная с 20-х годов XX в. стала переходить в геометрию. Начало было положено книгой Шрейера и Шпернера «Линейная алгебра в геометрическом изложении», и преимущества этого изложения оказались так значительны, что сейчас линейная алгебра воспринимается как геометрическая дисциплина. Большую роль в этом процессе сыграл функциональный анализ, по мере развития всё больше окрашивавшийся в фиолетовый цвет.

Сейчас линейная алгебра может быть определена как геометрия линейных пространств и уверенно закрашена синей краской. С другой стороны, существует предмет «теория матриц», содержание которого отличается от линейной алгебры не более чем терминами и акцентами. Теория матриц стоит на алгебраической точке зрения и не чуждается применения методов анализа. Одно и то же содержание может быть окрашено разными красками!

Сравнение матричного и геометрического подхода поучительно. Отдельный результат в матричном виде может оказаться проще, но с гораздо большим трудом просматривается взаимосвязь результатов. Представьте себе, что вы смотрите на картину, закрытую листом картона, в котором прорезано окошко. Фрагмент, который вы видите, проще всей картины, но попробуйте понять, чьи ноги видны в правом верхнем углу.

За весь XX в. роль линейной алгебры в приложениях к другим математическим дисциплинам и наукам, использующим математику, резко возросла, и сейчас, как мне кажется, может сравниться с ролью классического анализа.

Одна из основных причин в том, что дифференцируемая функ-

ция, гладкое поле, дифференцируемое отображение в малом линейны, и их локальное изучение требует применения методов линейной алгебры.

Вторая, как мне кажется, причина — это красота линейной алгебры. Одной полезности не достаточно для популярности. Пример, подтверждающий это, — применение аппарата дуальных векторов к задачам теоретической механики. Всё хорошо, но уж больно громоздко: на слоне ехать, может быть, и неплохо, мы уж лучше как-нибудь без слона...

Если говорить о Физтехе, время, отводимое на изучение линейной алгебры, вдвое меньше, чем время, отводимое на анализ. Между тем в программе математики на Физтехе линейная алгебра — единственный представитель геометрического (да и алгебраического) направления, и спрос с нее ото всех и за всё. Если кто-либо считает, что в обязательный курс математики должны входить группы Ли, он спрашивает «Почему вы в линейной алгебре ничего не говорите о группах Ли», хотя и при самом вольном толковании их трудно отнести к линейной алгебре. Ответ может быть только словами Козьмы Пруткова: «Никто не может объять необъятного!». А еще, конечно, «А что бы Вы выкинули?».

Вопрос риторический, всё необходимо. Между тем не всегда в курс линейной алгебры входило все то, что в него входит сейчас, хотя всегда он был перегружен. Образно говоря, нужно иметь в виду две модели расширения курса: модель холодильника и модель масленки. Если холодильник набит, часто можно навести порядок, что-то передвинуть и освободить место. С другой стороны, в масленку можно набить сколько угодно масла, если набивать с одного края, и не интересоваться тем, что вылезает с другого.

Курс аналитической геометрии и линейной алгебры был поставлен профессорами МГУ, пришедшими на ФТФ, скорее всего, Б.Н. Делоне. Курс по тем временам был революционным: объединение в один курс аналитической геометрии и линейной алгебры было произведено впервые. Для сравнения можно сказать, что а курсе аналитической геометрии, который в те же годы читался на Мехмате МГУ векторы вводились только во втором семестре.

Курс создавался при полном понимании того, что его содержание нетривиально, и усваивается с трудом. В частности, алгебраическая теория систем линейных уравнений предшествовала теории линейных пространств для того, чтобы студент, не понявший линейных

пространств, всё-таки мог усвоить системы уравнений. (Здесь можно вспомнить сказанное о геометрической и алгебраической точках зрения.)

Содержание курса в том виде, как я застал его через 10 лет после основания Физтеха, было таким. В первом семестре читалась общая теория линий второго порядка со всеми подробностями, касающимися инвариантов, все метрические задачи решались только в прямоугольных координатах. Аффинные преобразования читались в меньшем объеме, их постоянно не успевали прочесть и переносили во второй семестр. Второй семестр начинался с детерминантов и кончался основной теоремой о самосопряженных преобразованиях. Ничего не говорилось о линейных и билинейных функциях, линейных отображениях, унитарных пространствах и, конечно, о тензорах. Не было многих других понятий, например, не упоминалась матрица Грама.

В соответствии с моделью холодильника с тех пор курс постепенно расширялся. Важным вкладом было введение теоремы Фредгольма по инициативе В.С. Владимирова. Тензоры были введены, можно сказать, по инициативе студентов.

Однажды студенты моей группы спросили меня, что такое тензор. Я спросил их, кто им сказал такое слово.

— Физик!

— Ну вот у него бы и спросили!

— А он не знает. . .

Тут я почувствовал, что обязан им рассказать, и после этого стал думать о включении тензоров в обязательный курс. Но тут сработала модель масленки. . .

Не все новшества прививались сразу, некоторые не прививались совсем. Мне запомнилось высказывание одного из авторитетнейших членов кафедры: «Зачем это вам понадобились параметрические уравнения плоскости!»

Каждая работа использует какие-либо ресурсы. Казалось, что в чтении лекций единственный ограничивающий ресурс — это лекционное время. Однако расширение курса сейчас столкнулось с другим ограничивающим ресурсом — скоростью усвоения материала студентами.

Обойтись без сведений из наук геометрического цикла в других дисциплинах нельзя. Поэтому в курсах, использующих математику, — физике, механике, теории вероятностей, дискретном анализе,

теории управления, экономике и других — по необходимости излагаются нужные сведения. Как, с какой точки зрения, в каком объеме — об этом у математиков информации практически нет. По имеющимся отрывочным сведениям можно судить, что здесь, как говорится, «есть резервы для улучшения». Особенно важна точка зрения. Несомненно, в процессе обучения учащийся должен узнавать все факты (в том числе и в различных дисциплинах) с единой точки зрения.

Можно и нужно знакомиться и с другими точками зрения, но это должно быть четко оговорено, и каждая новая точка зрения должна быть сопоставлена с основной.

Ясно, что диапазон материала, используемого в различных приложениях, настолько велик, что не может быть речи о чтении курса, который этот материал включал бы. Более того, такой курс и не нужен. Специалист по механике сплошной среды может прожить долгую и счастливую жизнь и добиться выдающихся успехов в своей области, ничего не зная о положительных матрицах или о линейном программировании. А специалист по математической экономике никогда не услышит о теплицевых матрицах и ничего не потеряет.

В идеале должна быть продумана система специальных курсов, ориентированных на приложения в различных областях, и программы этих курсов должны разрабатываться совместно с представителями специальностей. В действительности чаще всего темы и программы спецкурсов формируются совсем иначе.

Что же должно входить в идеальный общий курс аналитической геометрии и линейной алгебры помимо того, что входит сейчас в курс не идеальный.

1. Теорема Жордана

На нее существенно опирается курс дифференциальных уравнений, но там читается только формулировка, хотя и решаются задачи на приведение к жордановой форме.

Существует очень много различных доказательств этой теоремы, среди них и сравнительно короткое индуктивное доказательство Филиппова. Оно не кажется мне удачным, так как краткость достигается за счет трудности, а рассуждение по индукции не вскрывает сути дела.

А суть дела такая. Рассматривается линейное преобразование пространства $\mathcal{L}$. Известно, что $\mathcal{L}$ не всегда может быть представле-

но как прямая сумма собственных подпространств $\text{Ker}(A - \lambda_i E)$. Но раскладывается в прямую сумму подпространства $\text{Ker}((A - \lambda_i E)^{k_i})$, где k_i — кратность корня λ_i . Эти подпространства называются корневыми подпространствами. Доказательство этого факта сравнительно несложное и короткое. Основная трудность состоит в том, чтобы затем доказать, что каждое из корневых подпространств в свою очередь раскладывается в прямую сумму инвариантных подпространств, называемых циклическими подпространствами.

Однако для того, чтобы по данной матрице A вычислить матрицу e^{At} , в действительности нет необходимости в приведении к жордановой форме, достаточно найти корневые подпространства. Этот факт как-то не нашел отражения в курсе дифференциальных уравнений. Впрочем, его еще тоже надо доказывать, так что, как всегда, еще нужно проверить, что лучше. Возможно, что при изобилии времени, стоило бы рассказать оба подхода.

2. Теорема Гамильтона–Кэли

Каждая матрица удовлетворяет своему характеристическому уравнению.

Я думаю, что нельзя считать кого-либо изучившим линейную алгебру, если он не знает этого факта. Сейчас эта теорема читается эпизодически, в программу не входит. Если будет читаться теорема Жордана в том виде, как описано выше, то теорема Гамильтона–Кэли будет необходима, как и разговоры о минимальном многочлене.

3. Теорема Шура о приведении к треугольному виду

Для каждого линейного преобразования унитарного пространства найдется ортонормированный базис, в котором его матрица — верхняя треугольная.

Это важная теорема, имеющая много приложений в линейной алгебре и за ее пределами, которая во многих случаях может заменить теорему Жордана. Я читаю ее по просьбе А.А. Абрамова, с этого года ее будет читать и П.А. Кожевников на ФОПФ. К сожалению, на других потоках она не читается. В моем изложении недостаток в том, что приведение к треугольному виду оказывается сильно оторванным по времени от ортогонализации базиса.

4. Сингулярное разложение

Это теорема, которую я всячески стараюсь пропагандировать среди математиков. Среди вычислителей она в пропаганде не нуждается. Речь идет о следующем.

Для линейного отображения $A : \mathcal{L} \rightarrow \mathcal{M}$ линейных пространств, как известно, существует пара базисов, в которых его матрица равна единичной матрице порядка $\text{Rg } A$, дополненной нулевыми строками и столбцами до нужных размеров. А что можно сказать в случае, когда пространства евклидовы, и мы ограничимся ортонормированными базисами? Оказывается, что меняется не так-то много. Единицы заменяются на некоторые неотрицательные числа, называемые сингулярными числами A . Матричная формулировка этого факта следующая: для любой матрицы A размеров $m \times n$ найдутся ортогональные матрицы P и Q , соответственно порядков m и n , такие, что

$$A = PDQ^T,$$

где

$$D = \left\| \begin{array}{c|c} D_r & O \\ \hline O & O \end{array} \right\|,$$

и

$$D_r = \text{diag}(\alpha_1, \dots, \alpha_r), \quad \alpha_1, \dots, \alpha_r > 0.$$

Геометрическая трактовка может быть такой: сфера в n -мерном пространстве $\mathcal{L}$ переходит в эллипсоид в r -мерном подпространстве пространства $\mathcal{M}$. Сингулярные числа — полуоси этого эллипсоида. Ясно, что результат фундаментальный.

Одно из многих приложений сингулярного разложения — численное нахождение ранга матрицы при приближенных вычислениях. Дело в том, что ранг матрицы определяется равенствами — обращением в нуль ее миноров. При приближенных вычислениях точное равенство проверено быть не может, и понятие ранга становится расплывчатым. Практически это выражается, например, в том, что методом Гаусса вы получаете строку, состоящую из элементов, имеющих порядок погрешности вычислений. Можете ли вы считать эту строку нулевой?

Умножение на ортогональную матрицу не меняет нормы строк, и вопрос сводится к тому же вопросу для матрицы D . Но тут он прост — в каждой строке не больше одного ненулевого элемента.

5. Нормированные пространства

Необходимо познакомить студентов с понятиями нормы и матричной нормы, показать разнообразие возможных норм и доказать их эквивалентность для конечномерного пространства. Нужны, конечно, и примеры бесконечномерных нормированных пространств. Эта тема может быть развита теоремами о бесконечномерных пространствах, но есть опасность нечаянно прочесть курс функционального анализа.

6. Комплексные пространства

В университетских курсах линейная алгебра рассказывается «над произвольным полем скаляров». С первых дней Физтеха считалось, что это трудно и неэффективно, и курс ограничивался вещественными пространствами. Затем «под влиянием общественности» (в лице С.П. Аллилуева) были введены унитарные пространства. О них сообщают не так уж мало, но в конце курса и почти без доказательств, ограничиваясь ссылками на аналогию с вещественным случаем. В результате эффект незначителен. Что и как тут можно изменить при изобилии времени — предмет для размышлений и дискуссий. Ясно, однако, что объем сведений тут должен быть расширен хотя бы за счет теорем о нормальных преобразованиях.

Другой вопрос — о понятии комплексной структуры в четномерном вещественном пространстве, комплексификации и овеществлении. Эти понятия необходимо ввести.

7. Основы тензорной алгебры

Это необходимо всем, если не с точки зрения возможных приложений, то как важный элемент мировоззрения.

Мне не кажется, что тут можно начинать с современного определения с помощью тензорных произведений пространств. Во всяком случае мои попытки сделать это не оказались удачными. Хотя в университетских курсах такое определение и распространено, должной методической проработки оно пока не получило.

В этом разделе обязательным представляется знакомство с алгеброй внешних форм. И внешние формы, и тензоры вообще начинают работать в связи с соответствующими полями. Следует ли в курсе линейной алгебры педантически придерживаться исключительно алгебраических методов? Возможны разные точки зрения, моя состоит

в том, что для Физтеха — не следует. Другой вопрос — количество. Занявшись тензорными полями, можно никогда не кончить.

8. Теорема Куранта–Фишера

Нужно, чтобы в программе было понятие отношения Рэлея для самосопряженного преобразования A :

$$\rho(x) = \frac{\|A(x)\|}{\|x\|},$$

и доказательство того, что это — наилучшее приближение к собственному значению при условии, что x — приближенный собственный вектор, того, что значения отношения Рэлея заключены между минимальным и максимальным собственными значениями.

Несложно и доказательство следующей теоремы:

При условии, что собственные значения самосопряженного преобразования A пронумерованы в порядке невозрастания, для любого k выполнено

$$\lambda_k = \max_{\mathcal{L}_k} \min_{o \neq x \in \mathcal{L}_k} \rho(x),$$

$$\lambda_k = \min_{\mathcal{L}_{n-k+1}} \max_{o \neq x \in \mathcal{L}_{n-k+1}} \rho(x).$$

Если ее доказывать, то необходимы какие-то пояснения, касающиеся роли ее аналога в бесконечномерном пространстве.

9. Мелкие вопросы

Существует еще ряд сравнительно небольших по объему тем, которые можно считать существенными.

1. *Клеточные матрицы.* Умножение клеточных матриц, теорема Лапласа, формула Бине–Коши — всё это полезный, а иногда и необходимый инструмент, и время на него затраченное окупается.

2. *Факторпространства.* Пусть $\mathcal{L}'$ — линейное подпространство в $\mathcal{L}$. Объединим в один класс все векторы из $\mathcal{L}$ такие, что разность любых двух из них принадлежит $\mathcal{L}'$. Множество таких классов является линейным пространством относительно естественно определенных операций, которое называется факторпространством $\mathcal{L}$ по $\mathcal{L}'$.

3. *LU -разложение.* Метод Гаусса занимает достойное место, но ничего не говорится о его современной реализации. Это не сложно и должно быть сделано.

10. Кватернионы

В начале изучения векторной алгебры у первокурсника естественно может возникнуть вопрос о возможности определения «хорошего» умножения для векторов. (Если вопрос и не возникнет, его не грех и поставить.) Для векторов на плоскости это приводит к комплексным числам и попутно к взгляду на дуальные и двойные числа. А в трехмерном пространстве — к кватернионам. Помимо того, что это интересно само по себе, это приводит к полезным разговорам о введении в пространство дополнительной структуры при определении операции.

Кватернионы нужны и для преподавателей теоретической механики (строение $SO(3)$).

11. Точечные пространства

1. *Аффинные пространства.* В современном курсе не остается возможности говорить об аффинных пространствах. В тему «Аффинные пространства» можно, помимо классификации поверхностей второго порядка, включить теоремы о выпуклых многогранниках, возможно, и теорему Фаркаша.

2. *Проективные пространства.* Этот раздел, я считаю, обязательно должен присутствовать, но в каком объеме, мне сейчас сказать трудно. Во всяком случае в каком-нибудь виде должны присутствовать конечные проективные плоскости.

На этом список можно закончить. Остается привести названия нескольких спецкурсов геометро-алгебраического направления. Их программы здесь я обсуждать не берусь, список, разумеется остается открытым.

1. Общая алгебра.
2. Теория линейных представлений.
3. Линейное программирование.
4. Специальные виды матриц.
5. Дифференцируемые многообразия.
6. Локализация корней и критерии устойчивости матрицы.
7. Возмущения и численная устойчивость в вычислительных задачах линейной алгебры.

В заключение несколько слов о том, какой математике мы должны учить студентов. Нужно понимать, что мы сейчас готовим

претендентов на Нобелевские премии по физике 2040 г., и от наших результатов в значительной степени зависит решение жюри.

Какая математика используется в высоких достижениях физики? В 80-е годы XIX в. трудами в основном итальянской геометрической школы были разработаны тензорный анализ и риманова геометрия. Примерно через поколение эти результаты были с успехом использованы создателями общей теории относительности.

В начале 20-х годов XX в. одним из главных центров приложения математической мысли была общая алгебра: теория групп, колец, полей, алгебр... Кому-то из великих физиков того времени приписываются примерно такие слова: «Если меня попросят указать математическую теорию, которая никогда не найдет применения в физике, я в первую очередь укажу на теорию групп!» Проживи он еще лет 30, он увидел бы блестящие достижения, полученные именно с помощью теории групп.

Причина этого явления, возможно, такова. Логично выбирать инструмент, соответствующий реальной задаче, но жизнь не всегда устроена логично. Можно заподозрить следующий механизм.

Молодые математики, увлеченные работами Риччи и Леви-Чивита, учили своих учеников тому, что они считали самым важным и интересным. Когда эти ученики подросли, из безбрежного моря задач они выбрали ту, которая соответствовала их возможностям.

Так какой же из этого вывод? То, чему следует учить физиков XXI в., должны определять молодые математики, участвующие в разработке наиболее актуальных современных математических проблем. В любом случае — не я.

Беклемишев Д.В.

№ 117(14). 17.12. (В) Термен и его «Голос»

Ростовская Олеся Васильевна (композитор, органист, карильонист, исполнитель на терменвоксе)

Авторская аннотация. Концерт-лекция, посвященная терменвоксу и его изобретателю, с исполнением на терменвоксе классической и современной музыки.

Из Википедии. Терменвокс — музыкальный инструмент, созданный в 1919 русским изобретателем Львом Сергеевичем Терменом.

Игра на терменвоксе заключается в изменении музыкантом расстояния от его рук до антенн инструмента, за счет чего изменяется емкость колебательного контура и, как следствие, частота звука. Вертикальная прямая антенна отвечает за тон звука, горизонтальная подковообразная — за его громкость. Для игры на терменвоксе необходимо обладать практически идеальным слухом, так как во время игры музыкант не касается инструмента и поэтому может фиксировать положение рук относительно него, полагаясь только на свой слух.

Инструмент предназначен для исполнения любых (классических, эстрадных, джазовых) музыкальных произведений в профессиональной и самодеятельной музыкальной практике, а также для создания различных звуковых эффектов (пение птиц, свист и др.), которые могут найти применение при озвучивании кинофильмов, в театральных постановках, цирковых программах.

Лев Термен считал, что самое удачное произведение для демонстрации возможностей терменвокса — «Вокализ» С. Рахманинова.

Примечание организатора. Комментарий о технических принципах работы терменвокса сделал к.т.н., доцент **Донов Геннадий Иннокентьевич** (зам. декана ФРТК).

Семестр № 10 (весна-2009, 118–130)

№ 118(15). 18.02. (п,в) Неархимедова динамика, компьютеры и криптография

д.ф.-м.н. Анашин Владимир Сергеевич (ВМК МГУ)

На множестве всех рациональных чисел можно задать метрику (т.е. расстояние) бесконечным количеством (неэквивалентных) способов. Лишь один из них приводит к привычной, архимедовой метрике, удовлетворяющей аксиоме Архимеда: «каковы бы ни были два отрезка, длинный и короткий, короткий отрезок можно приложить сам к себе достаточное количество раз, так что он станет длиннее длинного». Все остальные метрики на рациональных числах являются неархимедовыми. Поскольку определение сходимости последовательности, а значит, и определение непрерывной функции, производной и т.п. радикально зависит от метрики, то, рассматривая

неархимедовы метрики, мы приходим к неархимедову анализу в отличие от привычного архимедова.



Рисунок представляет собой модификацию гравюры Дюрера «Меланхолия-I». На рисунке магический квадрат заменён «судоку» — игрой, в которой надо заполнить клетки числами, чтобы получить латинский квадрат.

Неархимедова динамика изучает непрерывные преобразования пространства, наделенного неархимедовой метрикой.

Оказывается, что стандартные команды современного компьютера и построенные на их основе программы можно рассматривать как непрерывные функции относительно неархимедовой (т.н. 2-адической) метрики.

Это позволяет применять к изучению поведения таких программ аппарат неархимедовой динамики. В свою очередь с помощью этого аппарата удастся строить программы, генерирующие большие массивы латинских («магических») квадратов, сбалансированные отображения, псевдослучайные последовательности. Все названные объекты широко применяются в современной криптографии, компьютерном моделировании, численных методах, постановке экспериментов.

В докладе будут изложены основы 2-адического (и p -адического) анализа, рассмотрены динамические системы, соответствующие компьютерным программам, а в качестве примеров — основанные на этой идеологии генераторы псевдослучайных последовательностей, алгоритмы поточного шифрования и методы построения латинских квадратов.

№ 119(16). 25.02. (п,В) Сильные взаимодействия

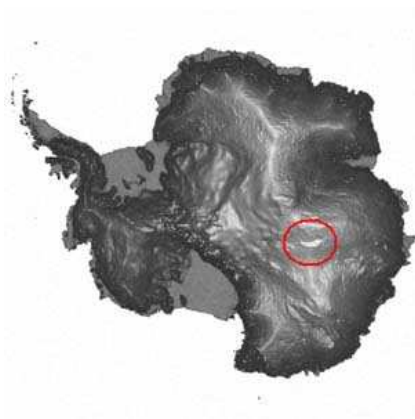
к.ф.-м.н. Брагута Виктор Валериевич (ИФВЭ)

Современной науке известны четыре вида фундаментальных взаимодействий: гравитационные, слабые, электромагнитные и сильные взаимодействия. Каждое из этих взаимодействий обладает рядом чрезвычайно интересных свойств. В докладе планируется рассказать о некоторых свойствах сильных взаимодействий. В частности, будут рассмотрены следующие вопросы: какие элементарные частицы участвуют в сильном взаимодействии; почему не удается обнаружить кварки на эксперименте; чем сильные взаимодействия похожи на электромагнитные; что такое явления конфайнмента и асимптотической свободы и др.

Примечание организатора. Сильное взаимодействие связывает протоны и нейтроны в атомные ядра, а кварки в протоны и нейтроны. Большая часть того «зоопарка» частиц, которые рождаются на ускорителях, также участвуют в сильном взаимодействии. Именно из энергии сильного взаимодействия берётся энергия, выделяющаяся при ядерных реакциях в звёздах, атомных бомбах и реакторах. Однако сильное взаимодействие с трудом поддаётся теоретическим расчётам по причине своей силы: из-за отсутствия малого параметра трудно применять последовательные приближения (теорию возмущений).

№ 120(17). 04.03. (В) Открытие подледного озера Восток как крупнейшее географическое открытие прошлого века

член-корр. РАН **Капица Андрей Петрович**
(заслуженный профессор МГУ, зав. кафедрой рационального природопользования Географического факультета МГУ)



Примечание организатора. Озеро Восток расположено под льдом Антарктиды под российской полярной станцией Восток. В озере имеется жидкая вода и есть надежда, что там сохранились доисторические формы жизни (хотя бы бактерии). Бурение льда над озером в настоящее время приостановлено из-за опасения заражения озера современными микроорганизмами.

№ 121(18). 11.03. (п,в) Электронный транспорт через наноструктуры: почему это интересно?

PhD Полянский Михаил Львович
(Институт Нильса Бора, Дания)

Доклад посвящён переносу электронов через образцы малых размеров, т.е. мезоскопические структуры, которые в XXI веке часто называют «наноструктурами». Результаты экспериментов в подобных образцах неизбежно отличаются друг от друга, флуктуируют. Несмотря на всю мощь классических законов, оказывается, что нетривиальные физические свойства системы связаны именно с отклонениями измеряемых величин от классических предсказаний. Флуктуации позволяют нам определить, насколько велико влияние квантовой механики, и я расскажу, чем они интересны с точки зрения теории и в чём сложность моделирования этих систем.

Если останется время, я кратко расскажу о некоторых исследованиях роли спина электронов в наноструктурах, «спинтронике», и объясню, зачем они нужны.

Лекции докладчика на тему «Mesoscopic transport» доступны в Интернете (<http://www.esonn.inpg.fr/0oldweb/Esonn06/Lectures/lectures.htm>).

№ 122(19). 18.03. (В) Необратимость в квантовой механике и вырожденные динамические системы

к.ф.-м.н. **Сакбаев Всеволод Жанович** (км)

В докладе рассматриваются проблемы, возникающие при описании динамики классических и квантовых систем с вырождением. К явлению вырождения приводит зависимость массы системы от положения в пространстве и ее приближение к нулю или к бесконечности на некоторых многообразиях. Исследуется влияние вырождения на такие свойства квантовых динамических систем, как обратимость и однозначность.

Примечание организатора. Как правило, микроскопическая физика обратима по времени, а макроскопическая — необратима. Откуда берётся необратимость? Разные учёные отвечают на этот вопрос по-разному. В докладе будет показано, как вставить необратимость непосредственно в уравнение Шрёдингера.

№ 123(20). 25.03. (п,В) Последние достижения и актуальные проблемы в физике низких температур

академик **Андреев Александр Фёдорович** (Вице-президент РАН, директор Института физических проблем им. П.Л. Капицы)

В докладе исходя из явления последовательного «вымораживания степеней свободы» в квантовой системе даётся понятие низкой температуры и обзор явлений физики низких температур.

№ 124(21). 01.04. (п,В) Математические и компьютерные модели процессов регуляции генов и их эволюции

д.ф.-м.н. **Любецкий Василий Александрович** (ИППИ РАН, Лаборатория математических методов и моделей в биоинформатике <http://lab6.iitp.ru/>)

В докладе рассказывается о двух фундаментальных процессах в живой природе: регуляции активности генов (например, клетки разных тканей отличаются ровно тем, что в одной ткани работает один набор генов, а другие «спят», а в клетках другой ткани наоборот) и эволюции видов, белков и самих регуляций. Эти процессы описываются на математическом уровне строгости, а затем разыгрываются на компьютере. Результаты такого моделирования сравниваются с экспериментальными данными и позволяют предсказывать новые биологические явления. Здесь возникают трудные математические, алгоритмические и программные задачи, о которых будет рассказано. В нашей лаборатории (<http://lab6.iitp.ru>) студент может выполнить курсовую или дипломную работу, выбрать тему аспирантской или научной работы.

10 апреля 2009 г. состоялась поездка в лабораторию математических методов и моделей в биоинформатике ИППИ РАН. Поездка предназначалась для знакомства с лабораторией студентов заинтересованных в научном сотрудничестве.

№ 125(22). 08.04. (В) Изучение океана и освоение шельфа

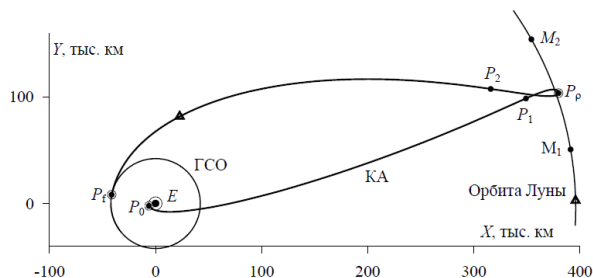
д.г.-м.н. **Шрейдер Анатолий Александрович** (профессор, зав. Лабораторией геодинамики и тектоники дна Мирового океана Института океанологии РАН)

член-корр. РАН **Лобковский Леопольд Исаевич**
(зам. директора Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН, зав. базовой кафедрой МФТИ)

Океанология — междисциплинарная научная область, охватывающая физику, химию, биологию, геологию, информатику, технику морских исследований. Освоение шельфа — перспективная задача современности. На семинаре будет рассказано о том, какие проблемы при этом возникают и какое участие в их решении принимают океанологи.

№ 126(23). 15.04. (В) Баллистические чудеса

д.ф.-м.н. **Сидоренко Владислав Викторович** (ИПМ РАН; КТМ)



Пример перелета КА от Земли к ГСО с использованием лунного гравитационного маневра (В.В. Ивашкин, А.Р. Голиков, 2008)

На высоте около 36 000 километров от поверхности Земли по круговой экваториальной орбите движутся друг за другом многочисленные телекоммуникационные спутники. Их орбитальное движение синхронно с вращением нашей планеты, наземному наблюдателю они кажутся неподвижно висящими в небе. Запуск спутника на такую орбиту (специалисты называют ее геостационарной или сокращенно ГСО) требует затраты достаточно большого количества топлива — больше, чем для полета на Венеру или Марс. В 1960-е годы российский ученый проф. В.В. Ивашкин показал, что при определенных условиях более эффективным оказывается перелет на геостационарную орбиту с гравитационным маневром в поле Луны. В докладе предполагается объяснить, каким образом Луна может помочь при выведении спутника на ГСО, и разобрать на примере КА ASIАСАТ 3 особенности практической реализации идеи В.В. Ивашкина.

Заседание 15.04.2009 посвящено Дню космонавтики.

№ 127(24). 22.04. (п,В) Компьютер и язык

д.ф.-м.н. **Иомдин Леонид Лейбович** (ИППИ РАН)

Доклад посвящён задачам компьютерной обработки текстов на естественном языке. Автор рассказывает об основных типах таких задач (автоматический перевод текстов с одних языков на другие, интеллектуальный поиск информации, общение с компьютерными

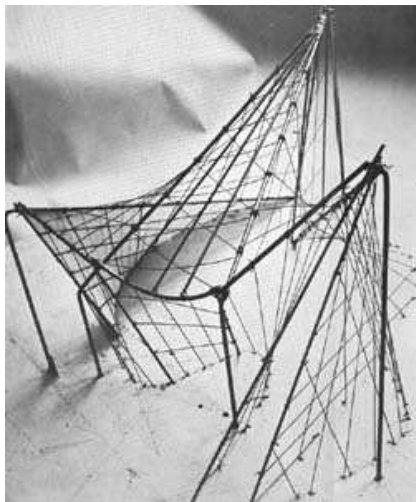
системами на человеческом языке, анализ и порождение устной речи) и о современных методах их решения.

Подробно демонстрируется работа одной системы автоматического перевода, разрабатываемой в Институте проблем передачи информации с участием докладчика. Что должен знать компьютер, чтобы из английского выражения «What is your name?» получить его русский эквивалент «Как тебя зовут?»

Автор показывает, как развитие теоретической лингвистики и прогресс в компьютерной науке взаимно дополняют друг друга. Особое внимание уделяется нерешенным проблемам компьютерной лингвистики – науки, которая лежит в основе рассматриваемой области человеческой деятельности.

№ 128(25). 29.04. (В) Ксенакис трёхмерный

кандидат искусствоведения **Дубов Михаил Эмильевич** (Московская консерватория, доцент)



Янис Ксенакис (1922–2001) — человек-легенда, архитектор и математик, композитор и музыкальный теоретик, с середины прошлого века один из лидеров нового искусства, символ европейского авангарда, повлиявший на всю культуру Западной Европы. Ксенакис — автор и разработчик ряда новых идей музыкальной композиции,

соединяющих абстрактную логику математики, пространственные принципы архитектуры и музыкальную образность. Он первым теоретически обосновал концепцию звуковых масс, технику стохастической композиции, «символическую» музыку.

Итогом его активной творческой жизни стали около 150 музыкальных произведений разных жанров, ряд значительных архитектурных проектов по всему миру (в сотрудничестве со знаменитым Ле Корбюзье), книги и статьи, пространственно-визуальные проекты. На его музыку ставились балеты Баланчиным, Бежаром и Роланом Пети. Он основал центры музыкально-математических исследований в США и во Франции, преподавал в университете Индианы, лондонском Сити университете, в Сорбонне.

Будут рассмотрены следующие вопросы:

- какова музыка на вид и архитектура на слух — Metastaseis;
- Корбюзье, Модулор и неоктавные ряды;
- о синтезе пространства, музыки и света — Polytopes;
- о современном искусстве и современной науке — стохастические методы музыкальной композиции.

№ 129(26). 06.05. (В) История и перспективы цифрового телевизионного вещания в России

Плотников Андрей Анатольевич (ФГУП НИИР, нач. отдела)

Примечания организатора:

В 2009 году НИИ Радио исполняется 60 лет.

НИИР является базовой организацией ФРТК (кафедра радио и информационных технологий)

<http://www.niir.ru/rus/page.php?trid=751> Телефон: (499) 261-81-92, E-mail: info@niir.ru

Заведующий кафедрой: Бутенко Валерий Владимирович, д.т.н., Генеральный директор ФГУП НИИР, Президент Национальной Радиоассоциации.

Заместитель заведующего кафедрой: Назаренко Анатолий Петрович, к.т.н., старший научный сотрудник. Заместитель Генерального директора, главный инженер ФГУП НИИР.

Обучение ведется по магистерским программам:

010674 Телекоммуникационные сети и системы.

010625 Космические информационные системы. Связь, навигация и дистанционное зондирование.

ФГУП НИИР является ведущим системным институтом Министерства связи и массовых коммуникаций РФ и специализируется в области создания спутниковых и наземных систем радиосвязи, телевизионного и звукового вещания.

Под переход на цифровое телевизионное вещание государством выделяются значительные денежные средства.

Лично мне телевидение как таковое представляется тупиковой ветвью развития телекоммуникаций. ТВ имеет будущее в той мере, в которой ТВ будет интегрировано с Интернетом. Задача скорейшего уничтожения традиционного ТВ представляется одной из важнейших для борьбы с всеобщим оглуплением.

Было бы интересно использовать технологии, разрабатываемые НИИР для того, чтобы транслировать заседания нашего семинара через Интернет.

№ 130(27). 13.05. (п,В) Методы коррекции поведения человека и социума в условиях экономического кризиса

Рязанов Дмитрий Юрьевич (аспирант МФТИ)

В докладе будет сделана попытка показать основные причины возникновения настоящего экономического кризиса. Анализируя сегодняшние тенденции углубления и расширения кризиса именно в России, можно достаточно плодотворно и аргументированно рассуждать о том, кому, собственно, была выгодна сложившаяся ситуация, а для кого она может оказаться последним шагом в политическое, экономическое и социокультурное «небытие».

Происходит насильственное «воскрешение к жизни» самых тёмных сторон некоторых этапов развития человечества. Речь идёт о построении неофеодальной, неорабовладельческой системы, полностью контролирующей ресурсы нашей планеты и выстраивающей по своему плану развитие науки, образования, производства и т.п. Докладчик попытается показать возможные варианты эволюции общества глобального контроля и избирательного геноцида, управляемого «мировым правительством».

Будут предложены некоторые методы, позволяющие эффективно противодействовать нарастающему кризису и связанному с ним увеличению агрессии, как индивидуальной, так и коллективной. Например, в России растёт количество суицидов, совершаемых из-за невозможности расплатиться по накопившимся долгам.

Для более детальной оценки тенденций деструктивного поведения предлагается воспользоваться математическим аппаратом теории катастроф. Автором разработан ряд моделей поведения человека в условиях конфликта и фрустрации. Среди них модель психических аспектов терроризма, модель формирования гипнотического состояния, модель смены управляющей парадигмы общественного сознания и т.д.

Примечание организатора. Методы математического моделирования надо применять не только к физике и естественным наукам, но и к наукам гуманитарным. По причине высокой сложности систем, изучаемых гуманитарными науками, математическое моделирование в них обычно даёт существенно менее точные предсказания, справедливые в существенно более узкой области.

Семестр № 11 (осень-2009, 131–144)

№ 131(1). 09.09. Вводный семинар. Формат семинара. Обзор тематики. Что такое физика и математика?

к.ф.-м.н. **Иванов Михаил Геннадьевич** (ктф)

Первая часть первого заседания в учебном году традиционна.

Доклад во второй части семинара посвящён обсуждению того, чем физика и математика отличаются от всех остальных наук. По субъективному мнению докладчика (с которым не согласятся многие коллеги), математика и физика — это науки, в которых явления объясняются «из первых принципов». Для этого описываемые явления должны быть достаточно просты или достаточно упрощены.

Математика — наука о мышлении (о строгом мышлении, которое может быть сформулировано математически). Физика — наука о природе (о той части явлений природы, которые достаточно просты, чтобы объяснить их физически). Поскольку как математика, так и физика стремятся к объяснению из первых принципов, математика — родной язык физики. При всей общности между этими науками

есть существенное различие, связанное с тем, что физика — экспериментальная наука, а математики — наука чисто теоретическая. Соответственно критерий истинности теории в физике — согласие с экспериментом, а в математике — внутренняя непротиворечивость.

Будучи (в некотором смысле) простейшими науками, математика и физика по мере своего развития проникают в другие науки, которые изучают более сложные объекты. Такое проникновение приносит в другие науки методы математики и физики, одновременно «отбирая» у них некоторые вопросы. Так, с развитием квантовой теории физика «отобрала» у химии спектроскопию, одновременно объяснив Периодический закон Д.И. Менделеева и обогатив химию физической теорией химической связи, и т.д.

№ 132(2). 16.09. (п) Ударные и акустические волны в микропузырьковых средах. Теория, эксперимент, практика

к.ф.-м.н. **Великодный Василий Юрьевич** (зав. лаб. физико-химической гидродинамики ИПРИМ РАН)

Скорость звука в пузырьковой среде может быть на два порядка ниже, чем в чистой жидкости, и на порядок ниже, чем в газе. Это позволяет получать сверхзвуковые режимы течения газодисперсной среды при весьма умеренных скоростях течения $\sim 40\text{--}70$ м/с. Известно, что температура газа при сжатии пузырька ударной волне может существенно повышаться. Может существенно повышаться температура при схлопывании пузырька в жидкости при воздействии на нее акустической волны. В свое время академик В.В. Струминский предлагал микропузырьковую смесь считать как новое — пятое состояние вещества, так как она имеет много признаков, качественно отличающих ее от других состояний. Указанные выше эффекты легли в основу многих передовых технологий, применяемых в различных отраслях промышленности и народного хозяйства. Перечислим коротко, где применяются и могут применяться эффекты ударно-волнового и акустического воздействия. Нефтедобывающая промышленность — увеличение отдачи пластов в отработанных скважинах, перекачка тяжелых нефтей. Нефтеперерабатывающая и газоперерабатывающая промышленность — увеличение глубины переработки нефти и выхода легких фракций. Химическая промыш-

ленность — снижение энергозатрат, капитальных затрат, размеров реакторов. Горнорудная промышленность — добыча и обогащение руд. Микробиологическая промышленность — переработка низкокалорийного растительного сырья с целью создания белковых продуктов для откорма домашнего скота. При использовании дополнительно электрических разрядов в газожидкостной среде (они тоже порождают ударные и акустические волны в результате множества локальных пробоев) решаются вопросы экологии — очистка балластных вод плавсредств, высокотоксичных отходов предприятий и бытовых отходов. При симметричном обжатиі пузырьков ударными волнами или схлопывании пузырька при воздействии на жидкость акустическими волнами принципиально возможно получить весьма высокие температуры. На этом основано явление сонолюминисценции, наблюдаемое в природе и в технических устройствах.

№ 133(3). 23.09. (р) О двух сторонах человеческого сознания

к.т.н. **Донов Геннадий Иннокентьевич** (зам. декана ФРТК)

Размышления о природе и свойствах человеческого (и не только) сознания — кибернетический подход. Размышления основываются на многолетних наблюдениях за поведением студентов Физтеха в различных ситуациях.

№ 134(4). 30.09. (п) Методы математической демографии

д.ф.-м.н. **Орлов Юрий Николаевич** (ИПМ РАН; км)

В докладе рассказывается о современных тенденциях в изменении численности населения в мире, России и, в частности, в Москве. Определены такие понятия, как коэффициенты рождаемости и смертности, нетто-коэффициент воспроизводства, интегральное уравнение рождаемости, демографический переход. Слушатели также узнают о проблемах, связанных с «измерениями» в демографии.

Кроме описания фактической картины, излагаются математические методы анализа и прогнозирования возрастной структуры населения на краткосрочный и долгосрочный горизонты. В частности,

будет получено точное решение демографического уравнения для эволюции численности сообщества, состоящего из различных этнических групп с различным репродуктивным поведением в предположении стационарности коэффициентов рождаемости и смертности внутри каждой группы и постоянных коэффициентов предпочтений вступления в межнациональные браки.

№ 135(5). 07.10. Невидимое Солнце

д.ф.-м.н. **Урнов Александр Михайлович**

(в.н.с. отделения оптики ФИАН; ктф)

Речь пойдет о внеатмосферной астрономии Солнца, т.е. исследовании невидимого глазом электромагнитного излучения его атмосферы в рентгеновской и ультрафиолетовой области длин волн, несущую информацию о строении и многочисленных процессах, связанных с преобразованием магнитной энергии в тепловую и другие ее формы — ударные волны, излучение, корпускулярные потоки. С наступлением космической эры с помощью земных спутников, ракет и других космических станций было открыто множество новых удивительных явлений солнечной активности от мощных рентгеновских вспышек, «джетов», «пауков» и других «транзиентов» до гигантских «выбросов корональных масс».

С наступлением «золотого века» т.н. изображающей спектроскопии — метода исследований, основанного на достижениях современных технологий, удалось «увидеть» сложную сильно неоднородную и весьма динамичную структуру солнечной атмосферы. Пространственные размеры обнаруженных во внеатмосферных экспериментах магнито-плазменных образований меняются от тысячной доли до десятков радиусов видимого солнечного диска, а временные масштабы их «времени жизни» составляют шкалу от секунд до десятков часов и более. Физические характеристики плазмы также претерпевают колоссальные изменения на расстоянии, много меньше солнечного радиуса. Температура растет — от тысяч до десятков миллионов градусов Кельвина, плотность убывает на много порядков, магнитное поле уменьшается в тысячу раз. Такие масштабы и экстремальные условия существования, характерные для космической плазмы, приводят к возникновению нестационарных процессов, природа и механизм развития которых остается в большой степени

загадочными. Самые простые «детские» вопросы: «отчего дует солнечный ветер» или «почему солнечная корона такая горячая» — до сих пор остаются не решенными, тесно связанными с фундаментальными проблемами современной астрофизики. Процессы накопления и выделения энергии во время вспышечных и других эруптивных явлений, нагрев «корональных петель» и возможное возникновение в них «шторма нановспышек» являются предметом интенсивных исследований и споров как экспериментаторов, так и теоретиков, работающих в области физики солнечной плазмы. Об этих и многих других, обнаруженных в самое последнее время, удивительных и загадочных свойствах «невидимого Солнца» пойдет речь.

№ 136(6). 14.10. (п) Рождение и смерть чёрных дыр

д.ф.-м.н. **Ахмедов Эмиль Тофикович** (ИТЭФ; ктф)

В докладе рассказано о том, что такое черные дыры, как они рождаются и какие у них основные свойства. Затем рассказано о том, что такое квантовое поле и нулевые моды. В заключение обсуждается, как квантовые поля ведут себя в присутствии черной дыры и как она распадается через излучение Хокинга.

№ 137(7). 21.10. (п,т) Перспективы контроля над стратегическими ядерными вооружениями после 2009 г. (после окончания срока действия Договора СНВ)

к.ф.-м.н. **Мясников Евгений Владимирович** (Центр по изучению проблем разоружения, энергетики и экологии при МФТИ)

Несмотря на окончание «холодной войны», проблематика контроля над вооружениями и их сокращений в контексте российско-американских отношений продолжает находиться в центре внимания общественности. Свидетельством тому — реакция СМИ на недавнее решение администрации США пересмотреть планы размещения ПРО в Европе, против которой на протяжении нескольких лет активно выступала Россия. Наиболее часто обсуждаемая сейчас тема — пойдет ли Россия на ответные уступки, и, в частности, как это решение США отразится на результатах российско-американских переговоров по сокращению стратегических вооружений?

В выступлении рассматривается история российско-американских переговоров по СНВ и ПРО, существующее их состояние, подходы сторон и основные проблемы, требующие достижения компромисса. Обсуждается проблематика стратегической стабильности и факторы, которые на нее влияют (ядерные вооружения, противоракетная оборона, высокоточное неядерное оружие).

№ 138(8). 28.10. Климат планет Солнечной системы: эксперимент и численное моделирование

к.ф.-м.н. **Родин Александр Вячеславович** (зам. декана ФПФЭ; с.н.с. ИКИ РАН)

Благодаря успехам в исследованиях Солнечной системы космическими аппаратами, в последние десятилетия появилась возможность сравнения климатической системы Земли и лежащих в ее основе физических механизмов с аналогичными механизмами, формирующими климат других планет. Это позволило рассматривать климатическую систему нашей планеты в более широком контексте и предопределило попытки создания общей теории климата на основе имеющихся экспериментальных данных. Наиболее мощным инструментом теоретических исследований климатических систем планет являются трехмерные модели общей циркуляции атмосферы, сопряженные с моделями переноса излучения, микрофизических процессов в аэрозолях и облаках, тепло- и массообмена с поверхностью и т.п.

На основе результатов дистанционного зондирования Марса и Венеры орбитальными аппаратами, в частности систематических наблюдений этих планет в инфракрасном диапазоне спектра с помощью спектральной и гиперспектральной аппаратуры, построены самосогласованные численные модели климата Марса, Венеры и Титана. Сравнение результатов моделирования с наблюдениями позволило обнаружить ряд новых эффектов, в том числе генерацию симметричных структур в распределении подповерхностной воды на Марсе атмосферными планетарными волнами.

№ 139(9). 11.11. (р) Леонардо да Винчи (1452–1519) — 500 лет спустя

к.ф.-м.н. **Федичев Олег Борисович** (КТМ)

Рассматривается задача о плоском движении осесимметричных тел по шероховатой горизонтальной поверхности под действием сил комбинированного сухого трения. Одна из первых ссылок на эту задачу содержится в известных тетрадах Леонардо да Винчи. Разработан алгоритм построения общего решения задачи. Относительная погрешность не превышает 5%, что вполне достаточно для инженерной практики.

№ 140(10). 18.11. (п,т) Самоорганизация и планирование в управлении социально-экономическими системами. Уроки Стаффорда Бира

к.ф.-м.н. **Отоцкий Пётр Леонидович** (ИПМ РАН)

Сегодня вновь актуален вопрос о распределении функций между рынком и государственным управлением.

В докладе разобраны роли самоорганизации и планирования в управлении социально-экономическими системами в рамках теории управления. Определены такие понятия, как: система, гомеостаз, управление, разнообразие, обратная связь, раскачка, принцип Эшби.

В качестве примера изложена модель жизнеспособной системы (VSM) Стаффорда Бира.

№ 141(11). 25.11. (п) Графен — новая страница в физике

д.ф.-м.н. **Фальковский Леонид Александрович** (ИТФ РАН)

Графен обладает удивительными свойствами. Его образцы с различной концентрацией примесей имеют одинаковую минимальную проводимость. Коэффициент прохождения света через такой монокристаллический слой углерода даёт постоянную тонкую структуру впервые в физике твёрдого тела. На графене наблюден эффект Клейна. Всё это обнаружено в течение последних 5 лет.

№ 142(12). 02.12. От кварков к чёрным дырам и обратно

д.ф.-м.н. **Захаров Валентин Иванович** (ИТЭФ),

д.ф.-м.н. **Горский Александр Сергеевич** (ИТЭФ)

Доклад посвящен последним теоретическим и экспериментальным достижениям в квантовой хромодинамике при ненулевой температуре. В первой части доклада рассказывается про голографическое описание сильных взаимодействий с помощью чёрных дыр в дополнительных измерениях многомерного пространства-времени.

Во второй части доклада обсуждается обнаружение кварк-глюонной плазмы и соответствие ее свойств теоретическим предсказаниям.

Комментарий организатора. самое большое число ссылок по физике высоких энергий в России имеют работы В.И. Захарова.

№ 143(13). 09.12. Интегралы по траекториям и формулы Фейнмана

д.ф.-м.н. **Смолянов Олег Георгиевич**,

к.ф.-м.н. **Шамаров Николай Николаевич** (Мехмат МГУ)

В докладе пойдет речь о формулах Фейнмана и Фейнмана–Каца в областях векторных пространств и многообразий. Интегралы по пространствам функций, или траекторий (функциональные интегралы), используются для представления решений линейных эволюционных уравнений (например, Шредингера, Дирака, теплопроводности); соответствующие формулы называются формулами Фейнмана–Каца.

Те же решения могут быть представлены с помощью пределов конечнократных интегралов, и получающиеся при этом формулы называются формулами Фейнмана. Таким образом, пределы конечнократных интегралов из формул Фейнмана совпадают с функциональными интегралами из формул Фейнмана–Каца. Среди прочего, функциональные интегралы используются при квантовании калибровочных полей, а также позволяют связать исследование эволюционных уравнений со стохастическим анализом.

Примечание организатора. В квантовой механике частица движется одновременно по всем возможным траекториям и интерфери-

рует сама с собой. Формализация этой абсурдной идеи приводит к понятию интеграла по траекториям.

№ 144(14). 16.12. Профессор Леонид Борисович Бобылёв представляет композиторов Московской государственной консерватории им. П.И. Чайковского

профессор **Бобылёв Леонид Борисович** и композиторы Московской консерватории

В советские времена старались приучить молодых людей к мысли, что есть «великая музыка», «гениальная», «народная» и всё остальное — так себе. Традиция эта, на самом деле, давнишняя. Пошла она, видимо, от Владимира Васильевича Стасова, знаменитейшего музыкального (в том числе) критика, который стал делить композиторов (да и, зачастую, всех музыкантов) на «своих» и «чужих». «Свои», в том числе — «Могучая кучка» (как написал Римский-Корсаков в «Летописи моей музыкальной жизни» об этом словосочетании: «так бестактно назвал Стасов нашу группу»). Так или иначе на тот момент Мусоргский, Чайковский, Римский-Корсаков и другие — молодые люди, так называемые «современные композиторы», о которых многие современные критики-недоброжелатели писали очень плохо. Что же дальше?

Двадцатый век принёс целую плеяду великих композиторов, из которых достаточно назвать Прокофьева, Стравинского и Шостаковича (названы по алфавиту, но, конечно, есть и многие другие). Путь их не был простым. Тем не менее сейчас речь не о них. Сегодня (кстати, как и в XIX веке) свои сочинения самых разных жанров пишет множество композиторов. Для кого они пишут — вот вопрос! Сейчас существует такая практика, что музыка пишется фактически исключительно для своих коллег (чем-то напоминает занятия физикой и математикой). С точки зрения занятий музыкой — абсурдно, если даже вспомнить XIX век: ведь чаще всего даже канонизированные сегодня слушателями сочинения принимались отрицательно «коллегами» композитора. Чайковский абсолютно отрицал Мусоргского (и наоборот).

По моей просьбе профессор Московской государственной консерватории им. П.И. Чайковского Леонид Борисович Бобылёв отобрал

по своему усмотрению несколько молодых современных композиторов (Эльсана Габараева, Владимир Громадин, Борис Рысин, Айгерим Сеилова, Алексей Чернаков). Предполагается встреча в следующем формате: каждый из композиторов заведёт фрагмент своего сочинения (несколько минут), после чего расскажет, что он писал и какую технику использовал. Всё будет также прокомментировано самим Бобылёвым.

Г.Г. Амосов

(д.ф.-м.н., кафедра высшей математики МФТИ, кафедра сочинения Московской государственной консерватории им. П.И. Чайковского)

В программе:

- Э. Габараева. «FART» для скрипки, баяна и ударных.
- В. Громадин. Электронная композиция.
- Б. Рысин. «...Голос Возлюбленного моего...» для сопрано и камерного ансамбля.
- А. Сеилова. «Ad imo pectore» для камерного ансамбля.
- А. Чернаков. «Приидите вернии» и «Хвали душе моя Господа» для хора на канонические тексты.

Семестр № 12 (весна-2010, 145–156)

№ 145(15). 17.02. Что такое Физтех?

д.ф.-м.н. **Гладун Анатолий Деомидович** (профессор, зав. кафедрой общей физики МФТИ, главный редактор журнала «Потенциал»)

Время от времени следует задавать «глупые вопросы», ответы на которые «очевидны», и пытаться честно и обоснованно на эти вопросы ответить: *Что такое Физтех? Чем Физтех отличается от остальных вузов? Каковы наши перспективы в современных условиях? Какова роль физики в системе Физтеха? Что такое физика? Что такое образование вообще и физтеховское образование в частности?*

В январе 2010 года А.Д. Гладуну исполнилось 75 лет, из этих лет существенная часть связана с Физтехом, и хотя у него нет однозначных ответов на перечисленные вопросы, зато есть по этим вопросам своё обоснованное мнение, он готов это мнение высказать и обсудить по существу.

По материалам рубрики «слово редактора» в журнале «Потенциал» А.Д. Гладун издал книгу «Pro et Contra». Данный доклад одновременно является презентацией этой книги.

№ 146(16). 24.02. О происхождении жизни и физике

д.ф.-м.н. **Аветисов Владик Аванесович** (зав. лаб. теории сложных систем Института химической физики им. Н.Н. Семёнова РАН)

То, чем мы занимаемся, по существу является теоретической биофизикой, т.е. теоретической физикой, обращенной к «живым системам». По нашему разумению, это одно из самых интересных направлений в современной физике, поскольку она (биофизика) находится только в стадии становления. Интересных моделей тут много, интересных результатов еще больше, и можно было бы просто рассказать об одном из них — выбор широк. Например, о том, что иерархическая случайная сеть, как выяснилось только что, — вполне хорошая модель и для сети нейронов, и для укладки ДНК в хроматине, или о головоломной задаче — как отыскать «гены» в ДНК, или о загадочном устройстве биологических «молекулярных роботов», без которых жизнь невозможна. Всё это очень интересные, нетривиальные, но специальные темы, и для их изложения требуется время. Самое интересное, однако, заключается в том, что в биологии, похоже, можно отвлечься от «частностей». Если долго ломать голову над разными задачами, то возникает ощущение, что они с физической точки зрения в чем-то похожи друг на друга.

А проблема происхождения жизни — это удобный ракурс для отвлечения от «частностей». Кроме того, данная проблема и сама по себе интересна. Во-первых, потому, что это — фундаментальная проблема биофизики. Во-вторых, потому, что «приличные люди этим не занимаются», т.е. считается, что это — область откровенных спекуляций. А спекуляций здесь и правда неприлично много. Тем не менее, в-третьих, существует специальная Программа фундаменталь-

ных исследований Президиума РАН по проблемам происхождения жизни и эволюции, в которой принимает участие полтора десятка членов РАН — химиков, биологов, геологов, палеонтологов, а полноценного участия физиков тут пока нет. А зря. На самом деле, все ключевые проблемы тут — физические. Я собираюсь рассказать об одной из них, о «катастрофе ошибок», а потом поговорить о том, почему «живое» кажется столь безнадежно сложным, и какого сорта простоту мы пытаемся тут найти.

№ 147(17). 03.03. (п) Обобщённые группы Вагнера и их приложения в физике и геометрии

к.ф.-м.н. **Жотиков Вадим Геннадьевич** (доцент, коф)

Теория классических групп (как непрерывных, так и дискретных) всегда играла и продолжает играть важную роль во всей физической науке. Вместе с тем сравнительно давно уже было замечено, что для современной физики, как и современной геометрии, понятие группы преобразований оказывается явно недостаточным. Более того, алгебраические проблемы, возникающие в исследованиях по одной из самых главных проблем современной физики, а именно проблеме объединения всех фундаментальных взаимодействий, включая и гравитационное, приводят к необходимости изучения новых алгебраических систем, которые до последнего времени в физике не применялись [1].

В докладе обсуждаются свойства обобщенных групп, теория которых впервые была построена выдающимся математиком XX века В.В. Вагнером (1908–1981). Применение теории обобщенных групп приводит к новым представлениям о симметриях в физике и геометрии. Примечательно, что выполненные в последние годы исследования показали, что главное значение для теорий Великого объединения и Суперобъединения фундаментальных взаимодействий будет иметь именно понятие обобщенной группы Вагнера [1, 2].

В современной математической литературе, особенно в зарубежной, обобщенные группы Вагнера иногда называют еще инверсными полугруппами. Обобщенная группа определяется как полугруппа, в которой для каждого её элемента существует так называемый обобщенно обратный элемент и идемпотентные элементы которой попарно коммутируют. Обычная группа (в частности, и любая непре-

ривная группа Ли) является ничем иным, как частным случаем обобщенной группы, когда последняя обладает только единственным идемпотентным элементом, который и является единицей группы.

Группы, соответствующие известным фундаментальным взаимодействиям, а именно, электромагнитному: группа симметрии $U(1)$, слабому: группа симметрии $SU(2)$ и сильному: группа симметрии $SU(3)$, являются подгруппами обобщенной группы Вагнера, которые образуют полурешетку (или обобщенную группу Клиффорда), обладающую нетривиальными свойствами. Такая точка зрения позволяет решить проблему унификации фундаментальных взаимодействий. Заметим, наконец, что обобщение теоремы Э. Нётер на обобщенные группы Вагнера (инверсные полугруппы) позволяет формулировать новые, более общие законы сохранения в физике.

Литература

[1] Жотиков В.Г. О математическом аппарате теории Великого объединения и гравитации // Доклады 8 Российской гравитационной конференции. М., 1993. С. 256.

[2] Вагнер В.В. Обобщенные группы // Доклады АН СССР. Т. 84. 1952. С. 1119.

№ 148(18). 10.03. (п) Большой адронный коллайдер и суперкомпьютеры: передовые рубежи натурального и численного эксперимента в физике высоких энергий

д.ф.-м.н. **Поликарпов Михаил Игоревич** (ИТЭФ),

к.ф.-м.н. **Шевченко Владимир Игоревич** (лауреат Государственной премии; ИТЭФ)

Флагманом современной экспериментальной физики элементарных частиц является проект Большого адронного коллайдера. В экспериментах на этом ускорителе физики надеются найти бозон Хиггса – последнюю до сих пор не открытую частицу Стандартной Модели, а также обнаружить проявления так называемой «Новой физики» — то есть физических объектов или эффектов, которые в Стандартной Модели отсутствуют. Возможно, эти эксперименты прольют свет и на квантовую природу гравитации – по-прежнему самой загадочной силы во Вселенной.

Вторая часть доклада посвящена исследованию основной загадки теории сильных взаимодействий — попыткам объяснения эффекта невыедания цвета. Этот эффект (отсутствие свободных кварков и глюонов) легко наблюдать путем численного моделирования теории на компьютерах, в то время как исследователи сорок лет не могут это сделать аналитически, причем не будет преувеличением сказать, что задачей занимались одни из лучших физиков нашего времени. Моделирование сильных взаимодействий на компьютерах позволяет не только показать невыедание кварков и глюонов, но и предсказать много параметров теории сильных взаимодействий, которые совпадают с экспериментально известными числами. Более того, оказывается возможным предсказывать новые явления, которые не обнаружены пока на эксперименте. Для этого используются крупнейшие суперкомпьютеры, а сложность вычислений такова, что время счета некоторых величин измеряется годами.

№ 149(19). 17.03. (м,п,р) Фазовые переходы в жидкостях при высоком давлении

д.ф.-м.н. **Бражкин Вадим Вениаминович** (Институт физики высоких давлений им. Л.Ф. Верещагина РАН)

Фазовые переходы 1-го рода в кристаллах при изменении внешних параметров (давления и температуры) — явление, достаточно хорошо исследованное и в теоретическом, и в экспериментальном плане. В отличие от кристаллов фазовые превращения в неупорядоченных конденсированных средах (жидкости, стекла) изучены гораздо хуже. Отсутствие дальнего порядка в жидкостях и стеклах ставят под вопрос даже саму возможность фазовых переходов. Вместе с тем в неупорядоченных средах, зачастую, имеется ближний и промежуточный порядок в расположении атомов. При высоких давлениях ближний порядок в жидкостях и стеклах может измениться, при этом могут кардинально измениться и физические свойства веществ. В настоящем докладе представлен обзор экспериментальных результатов по поведению жидкостей и стекол при высоких давлениях. Особое внимание уделено поведению структуры жидкостей и стекол и вязкости расплавов.

В ИФВД РАН имеется базовая кафедра ФПФЭ МФТИ «Физика конденсированного состояния в экстремальных условиях» (<http://www.hppi.troitsk.ru/chair/chair.htm>).

№ 150(20). 24.03. (п) Долгопрудненское научно-производственное предприятие. Что происходит за соседним забором?

д.т.н. Салатов Борис Хамитович (помощник генерального директора ДНПП)

Евстигнеев Александр Сергеевич (советник генерального директора ДНПП)

Высокие (по тем временам) технологии в Долгопрудном появились в 1932 году, с созданием комбината «Дирижаблестрой». Это было до создания Физтеха (1946 г.), а также до того, как станция Долгопрудная стала городом (1957 г.). Современным преемником «Дирижаблестроя» является Долгопрудненское научно-производственное предприятие (ДНПП). ДНПП не строит дирижаблей. Основная продукция предприятия – высокоточное оружие, главным образом зенитные ракеты для сухопутных и морских комплексов («Бук-М», «Кашмир», «Штиль» и т.д.).

Студенты МФТИ наверняка видели выходящий с запада на площадь Собины (площадь с фонтаном) забор ДНПП. Доклад знакомит нас с тем, что происходит за забором, с историей предприятия, его современной продукцией и перспективами.



№ 151(21). 31.03. (п) Эффекты поступательной неравновесности во фронте ударной волны

к.ф.-м.н. **Великодный Василий Юрьевич** (зав. лаб. физико-химической гидродинамики ИПРИМ РАН)

Эффекты поступательной неравновесности в ударных волнах заключаются в обогащении высокоскоростной части функции распределения (так называемых «хвостов»). Эффекты поступательной неравновесности в газах проявляются по-разному. Наиболее ярко и интересно эти эффекты проявляется в газовых смесях с сильно разделяющимися массами молекул. В данном случае имеется сильное отличие парциальных скоростей и температур компонентов смеси. Однако наиболее интересным и важным для практических приложений является влияние на кинетику физико-химических превращений. Давно было отмечено, что при инициировании цепных реакций ударной волной время индукции (задержки воспламенения) сокращается на порядок и более по сравнению с обычным поджигом. При инициировании ударной волной ряда взрывчатых веществ — твердых и жидких — температура за ударной волной явно не достаточна, чтобы инициировать взрыв, однако взрыв происходит. В экспериментах была обнаружена «аномальная» ионизация аргона. При числах Маха, равных 6, температура за ударной волной в аргоне порядка 36 360 К, а порог ионизации в аргоне порядка 15 эВ, что соответствует температуре $\sim 174\,000$ К. Согласно аррениусовской кинетике ионизация в аргоне должна быть исчезающе мала. Однако эксперименты показывают, что она конечна. Тем не менее долгое время среди ученых существовала дискуссия, есть ли данный эффект на самом деле. Это обусловлено было тем, что фронт ударной волны достаточно узкий и существующая аппаратура не позволяла изменить такой эффект непосредственно во фронте. Только в последнее время вышли публикации, где эффект был измерен прямо во фронте ударной волны. И была поставлена, наконец-то, точка в долголетнем споре. Кроме того, до настоящего времени не удавалось точно учесть «хвосты» в функции распределения в теоретических расчетах. Автор данного доклада разработал подход решения уравнений Больцмана и Энскога, который дал возможность учесть высокоскоростные «хвосты» и описать все экспериментальные данные, не имеющие до этого удовлетворительного объяснения, с единых позиций.

№ 152(22). 07.04. (п) Возможное участие «горения воды» в биоэнергетике

д.б.н. Воейков Владимир Леонидович (Биофак МГУ)

Аэробное дыхание можно рассматривать как восстановление кислорода до воды атомами водорода, поставляемыми соответствующими донорами. Недавно было обнаружено, что вода, смачивающая гидрофильные поверхности, отличается по многим физическим и химическим свойствам от обычной («объемной») воды. В частности, пограничная вода может служить донором электронов. В условиях, когда акцептором электронов может служить растворенный в объемной воде кислород, в водной системе протекает своеобразный процесс, представляющий собой, по существу, «горение воды». «Горение воды», как и любое другое горение, сопровождается освобождением энергии высокой плотности, порции которой эквивалентны энергии фотонов видимого и даже УФ-света. В живой материи, где существенная часть воды представлена пограничной водой, этот процесс служит источником свободной энергии высокого качества, обеспечивающей реализацию жизненных функций. Однако устойчивое протекание данного процесса требует присутствия катализаторов. Мы обнаружили, что в водных растворах бикарбонатов окисление воды («горение воды»), сопровождаемое сверхслабым излучением, может протекать без затухания в течение многих месяцев в отсутствие освещения и в герметично закрытых сосудах. Процесс, протекающий в водных растворах бикарбонатов, обнаруживает высокую чувствительность к действию физических и химических факторов крайне низкой интенсивности. Хорошо известно, что CO_2 и бикарбонаты играют ключевую роль в осуществлении клеточного дыхания, которое может быть заблокировано при их дефиците. Однако механизм их действия на молекулярном уровне остается неизвестным. Мы предполагаем, что участие карбонатов в переносе электронов от обладающей электрон-донорными свойствами пограничной воды на кислород может в значительной мере прояснить необходимость карбонатов для потребления кислорода и обеспечения энергетических потребностей живых организмов.

Примечание организатора. К сожалению, вопрос о балансе энергии так и не был до конца прояснён докладчиком.

№ 153(23). 14.04. (п,р,пр) Европейское образование в области космических исследований. Опыт сотрудничества с университетами Европы

Куприянова Надежда Валерьевна (КТМ),
Ткачёв Степан Сергеевич (КТМ)

Вот уже несколько десятилетий в Европе происходят процессы интеграции университетов. Ярчайшим примером этого является программа по обмену студентов Erasmus Mundus. В процессе обучения студенты имеют возможность проходить стажировку в нескольких университетах. Примером сотрудничества в области космических исследований может служить разработанный в 1999 году стандарт малого космического аппарата CubeSat. Он позволяет разработать и запустить аппарат силами небольшой и, даже возможно, студенческой группы в сравнительно сжатые сроки.

Учащиеся российских вузов также участвуют в подобных программах. Студенты МФТИ ежегодно стажировались в ZARM (Центр микрогравитации и прикладных космических исследований при университете города Бремен) по программе DAAD (Германская служба академических обменов), принимают участие в международных школах. Это позволяет познакомиться с европейским научным сообществом изнутри, получить опыт работы в интернациональном коллективе, создать фундамент для дальнейшего сотрудничества и многое другое.

Полезные ссылки к докладу:

сайт DAAD: <http://www.daad.ru/>

сайт ZARM: <http://www.zarm.uni-bremen.de/>

Заседание 14.04.2010 посвящено Дню космонавтики.

№ 154(24). 21.04. Наглядная статфизика: от твердых тел до нейтронных звезд

Капустин Михаил Анатольевич (коф)

Мы привыкли к тому, что сложные физические эффекты имеют сложное объяснение. К счастью, это не всегда так. Часто очень интересные явления можно не очень сложным образом рассчитать

и совсем простым образом объяснить, нужно лишь немного фантазии. На семинаре мы познакомимся с тем, как простая концепция плотности уровней энергии и ряд наглядных аналогий позволяют достичь понимания многих неочевидных вещей. Среди них — как достаточно простые (связь теплового расширения и адиабатического охлаждения, закон T^3 для теплоемкости и T^5 для электропроводности металлов, скачок теплоемкости в области диссоциации газа), так и более экзотические (давление в нейтронных звездах, эффект Пельтье, квантовый эффект Холла). Мы постараемся ограничиться минимумом расчетов и максимумом примеров для развития физической интуиции.

№ 155(25). 28.04. Наглядная статфизика, часть 2. От бозе-конденсации до квантового эффекта Холла

Капустин Михаил Анатольевич (коф)

Бозе-конденсация — одно из немногих явлений, когда квантовая природа материи «выходит на поверхность». При этом множество частиц ведет себя совершенно одинаково, как будто это одна и та же частица, растиражированная в миллиардах экземпляров. Впрочем, так оно и есть! В чем статистическая природа такого поведения? Какое отношение это имеет к явлениям сверхтекучести и сверхпроводимости? Какую роль энергетические щели играют в двух последних явлениях, а также в квантовом эффекте Холла? Откуда в квантовом эффекте Холла берется нулевое сопротивление, и чем это «хуже» сверхпроводимости? Простые ответы на эти непростые вопросы, а также продолжение разговора о ферми-системах (металлах, полупроводниках, нейтронных звездах) — на следующем межпредметном семинаре.

05.05. Микроконференция Межпредметного семинара

Это заседание было посвящено сдаче зачётов в форме микроконференции и не имело номера.

Эффект Ааронова–Бома

Кузнецов Денис Михайлович (754 гр.)

Приборы ориентации и навигации
космических аппаратов (п,р)

Казанкова Екатерина Анатольевна (752 гр.),
Иванова Дарья Александровна (753 гр.)

Микродоклад по материалам семинара 14.04.2010 «Европейское образование в области космических исследований. Опыт сотрудничества с университетами Европы» (Н.В. Куприянова, С.С. Ткачёв)

Лазерный термоядерный синтез
Макеев Алексей Петрович (754 гр.)

№ 156(26). 12.05. Изучение процессов релаксации при помощи сверхбыстрой спектроскопии

PhD Гун Алексей Анатольевич (Princeton University)

Сверхбыстрая спектроскопия позволяет изучать быстропротекающие процессы химические и биологические процессы, включая процессы в живой клетки. В докладе излагаются физические основы и приложения данного метода.

Семестр № 13 (осень-2010, 157–170)

№ 157(1). 15.09. (В) Вводный семинар. Формат семинара. Обзор тематики. Современная математика как инструмент физики: особенности применения

к.ф.-м.н. **Иванов Михаил Геннадьевич** (ктф)

Первая часть первого заседания в учебном году традиционна.

Доклад в конце семинара посвящён обсуждению особенностей современной математики. В отличие от «школьной» математики, которая выглядит как цепочка последовательных обобщений математических методов и понятий (начиная с целочисленной арифметики в 1-м классе школы и до вузовского курса дифференциальных уравнений в частных производных), современная математика строится

как набор специализированных языков, каждый из которых не претендуя на всеобщность хорош в своей области применимости. При применении таких методов к физике выбор адекватного математического языка одновременно способствует созданию последовательной физической теории и препятствует её обобщениям, выходящим за рамки используемого языка.

№ 158(2). 22.09. (п,В) Эпизоды истории развития изотопных технологий в рамках атомных проектов XX века

к.ф.-м.н. **Инжечик Лев Владиславович** (коф)

В докладе речь пойдет о направлении разработки атомного оружия в Германии (до 1945 г.), о документах берлинского института кайзера Вильгельма, попавших в руки специалистов СССР, о поисках запасов урана в Германии сразу после войны, о первом испытании атомного (ядерного) взрывного устройства в СССР, о документах по разработке ядерного оружия в США, переданных Клаусом Фуксом советской разведке, и т. д. (до звонка о конце пары).

№ 159(3). 29.09. (В) Единая теория жизнедеятельности

к.ф.-м.н. **Васильев Алексей Артёмович** (ИТЭФ)

Краткое содержание

1. Общие ограничения жизнедеятельности: текущее воспроизводство, регуляция, эволюция. Решение проблемы соизмерения при текущем воспроизводстве и оптимизационные утверждения для различных вариантов жизнедеятельности — биологической и социально-экономической. Пример описания текущего воспроизводства растения.

2. Общая теория эволюции. Эволюция как изменения схемы воспроизводства и решение проблемы качественно-однородных вычислений (в связи с изменениями схемы воспроизводства). Аспекты количественной однородности и уровневые классификации.

3. Применение общего подхода к социально-экономической эволюции в различных аспектах (включая социально-историческую реконструкцию). Критический характер перехода от силовой модели к гармоничному развитию.

Глобальное универсальное представление — общие ограничения жизнедеятельности (текущее воспроизводство, регуляция, эволюция).

Соизмерение при текущем воспроизводстве: решение проблемы неоднозначности при выборе вида оптимизационных утверждений. Предопределенность выбора оптимизационных утверждений для текущего воспроизводства при различных вариантах жизнедеятельности — биологической и социально-экономической.

Важность описания текущего воспроизводства растения как случая относительно высокой информативности измерений. Экономика растения в связи с фотосинтезом.

Общий подход: представление эволюции как изменения схемы воспроизводства. Схема воспроизводства (примеры представления в явном виде: вирусы, индивидуальная эволюция личности) и ее изменения: аспекты количественной однородности — воспроизводство составляющих минимальной схемы воспроизводства, типовые варианты изменения схемы воспроизводства, количественная однородность в связи с информационным представлением. Разрешение проблемы сравнения эффекта воспроизводства при различии схем воспроизводства. Качественно-однородные вычисления.

Общая картина эволюции: локальный детерминизм (тенденция к вынужденности развития) и возможности его уменьшения (увеличения вариантности развития). Биологическая и социально-экономическая эволюции как предельные варианты вынужденной эволюции и эволюции в пределе быстрых изменений. Разрешение проблемы кинетических ограничений эволюции — механизм организации изменений.

Применение общего подхода к социально-экономическому развитию. Традиционные аспекты социально-экономического описания (экономика, психология, административные отношения и т.д.) как проекции. Приложение к индивидуальному поведению личности и социально-экономической эволюции (включая социально-историческую реконструкцию). Силовая модель развития и её кризис. Альтернатива силовому развитию: переход от силовой модели к гармоничному развитию и решениям с высоким информационным барьером.

№ 160(4). 06.10. (п,т,в) Сокращения ядерных вооружений США и России и новый договор СНВ

к.ф.-м.н. **Мясников Евгений Владимирович** (Центр по изучению проблем разоружения, энергетики и экологии при МФТИ)



В начале апреля 2010 г. в Праге российским и американским президентами был заключен новый договор о сокращении наступательных вооружений (СНВ). Договор вызвал неоднозначную реакцию как в России, так и в США, и в ближайшие месяцы законодательные органы обеих сторон будут обсуждать возможность его ратификации. В выступлении рассматривается история российско-американских переговоров по СНВ и ПРО, подходы сторон при достижении нового соглашения, достигнутый компромисс, а также перспективы его ратификации. Обсуждается проблематика стратегической стабильности и факторы, которые на нее влияют (ядерные вооружения, противоракетная оборона, высокоточное стратегическое неядерное оружие).

№ 161(5). 13.10. (п,в) Современные перспективы инерциального термоядерного синтеза

д.ф.-м.н. **Орлов Юрий Николаевич** (ИПМ РАН; км)

В докладе рассказывается о классических схемах ИТС на основе драйверов: лазер, тяжелоионный ускоритель, Z-пинч, взрывная энергетика, муонный катализ. Возможны «чистые», т.е. без применения делящегося вещества, и «гибридные» схемы. Обсуждаются: физические основы процесса, существующие в настоящее время технические ограничения, нужды энергетики, а также проблемы математического моделирования работы реактора. Также будет дан разбор вариантов «невозможного термояда», происходящего, по мнению некоторых увлекающихся «алхимиков», в электролитической ячейке, мембранах живой клетки, пузырьках жидкости.

№ 162(6). 20.10. (м,п,В) Перспективы пилотируемой космонавтики

лётчик-космонавт **Авдеев Сергей Васильевич** (общее время пребывания в космосе — 747 суток, 14 ч., 16 мин. за 3 полёта)

к.т.н. **Сапрыкин Олег Алексеевич** (начальник отделения «Исследование перспектив развития пилотируемых космических комплексов», ЦНИИМаш)

Примечание организатора. 12 апреля 2011 года исполняется 50 лет пилотируемой космонавтике. Мы можем считать, что юбилейный 2010-11 учебный год уже наступил.

Доклад и семинар сопровождаются прямой трансляцией на общественном интернет-телеканале «Будущая Россия» по адресу: www.yatv.ru/futurerussia. Это первая прямая интернет-трансляция Межпредметного семинара.

№ 163(7). 27.10. (п,В) Статистический анализ литературных текстов

д.ф.-м.н. **Орлов Юрий Николаевич** (ИПМ РАН; км)

Рассматриваются задачи классификации и идентификации литературных текстов на основе анализа статистических закономерностей буквенных распределений, т.е. вероятностей встречаемости букв и буквосочетаний. Тексты классифицируются по жанрам и авторам.

Основным инструментом анализа являются функции распределения законченных произведений по буквам и буквосочетаниям, а

также выборочные буквенные распределения, построенные по фрагментам текстов. Для набора текстов, объем наименьшего из которых достаточен для того, чтобы считать буквенное распределение каждого из них квазистационарным, вычисляются расстояния между распределениями букв в пространстве суммируемых функций.

В докладе вводятся основные понятия статистического анализа нестационарных временных рядов, каковыми являются последовательности букв в книге. Также описан метод установления автора текста, использующий спектральный анализ оператора трансляций между двумя выборочными функциями распределения букв. Этот метод, в котором строится хаусдорфово множество для оператора трансляций, является на сегодня наиболее точным методом идентификации автора, позволяющий правильно определить 95% текстов.

Литература

[1] Орлов Ю.Н., Осминин К.П. Определение жанра и автора литературного произведения статистическими методами // Прикладная информатика. 2010. Т. 26. № 2. С. 95–108.

[2] Орлов Ю.Н., Осминин К.П. Нестационарные временные ряды: методы прогнозирования с примерами анализа финансовых и сырьевых рынков. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2010. 384 с.

№ 164(8). 03.11. (п,в) Подземные низкофоновые эксперименты по поиску безнейтринного двойного бета-распада Ge-76. Эксперименты Heidelberg–Moscow и GERDA

к.ф.-м.н. **Инжечик Лев Владиславович** (коф)

Докладчик планирует рассмотреть следующие вопросы:

- Физическая задача экспериментального поиска двойного бета-распада ядер: двухнейтринная и безнейтринная (не сохраняющая лептонное число) моды. Результаты экспериментальных исследований двойного бета-распада.
- Общие методы поиска редких ядерно-физических событий, источники фона и методы борьбы с фоном (подземное расположение детекторов, пассивная и активная защиты, сверхчистые материалы и т. д.).

- Методика измерений двойного бета распада Ge-76 с помощью детекторов из сверхчистого монокристаллического германия (HP Ge) в условиях подземной низкофоновой лаборатории LNGS (Гран-Сассо, Италия).
- Описание и результаты эксперимента Heidelberg-Moscow, публикации Hans Volker Klapdor-Kleingrothaus об обнаружении безнейтринной моды двойного бета-распада Ge-76.
- Эксперимент GERDA в LNGS (Л.В. Инжечик — участник коллаборации): цель, конструкция установки, некоторые инженерные решения и проблемы, методы подавления фона. Современный статус эксперимента GERDA: физический пуск в ноябре 2010 г. и перспективы развития проекта.

Слушателям будет показано любительское видео (6,5 минут) одного из эпизодов монтажа установки GERDA.

№ 165(9). 10.11. (м,п,В) К вопросу об искажениях при электроакустическом преобразовании

Гайдаров Александр Сергеевич (ведущий метролог Акустического института им. академика Н.Н. Андреева)

Задачей электроакустики априорно является звуковоспроизведение — воссоздание исходного информационного сигнала. Эту задачу современная теория и стандартизация сводят к соответствию гармонических спектральных свойств сигналов — в пределах психофизиологических порогов ощущения различий сигналов. Однако непонятное до сих пор отсутствие корреляции инструментальной и экспертной оценок качества звуковоспроизведения электроакустических трактов является причиной неослабевающего интереса к возможным физическим механизмам деформаций информационных сигналов, особенно к тем, которые не проявляются на гармонических сигналах.

Наиболее общим принципом неискажающего преобразования информационных сигналов произвольной формы является масштабное копирование выходным сигналом входного с возможным запаздыванием выходного сигнала на постоянное для всех компонент сигналов

время. Попытки инвариантной формулировки этого принципа с использованием преобразования Фурье требуют подтверждения линейности и временной инвариантности преобразующей системы, хотя бы в области, лежащей за психофизиологическими порогами заметности отличий воспринимаемых сигналов.

Параметрические явления — обширнейший, фактически исчерпывающий круг физических явлений, вызывающих искажения. Так, в доплеровской частотной интермодуляции по существу рассматривается неискажающая линия передачи сигнала, длина которой колебательно меняется непосредственно в процессе передачи данных, оставаясь в среднем неизменной. Это изменение в процессе функционирования приводит к соответствующему временному переупорядочиванию информационных элементов сигналов, то есть к искажениям сигналов. Величина данных искажений определяется соотношением скорости изменения дистанции передачи к скорости звука и не имеет отношения к линейности преобразователя вообще. В такой параметрической интермодуляции проявление искажений в корне отличается от проявлений амплитудной нелинейности. Выходной сигнал не дополняется его же гармоническими составляющими, небольшими по сравнению с преобразуемым сигналом, а замещается другим за счёт колебательного сдвига исходного сигнала, неизменного по амплитуде, по частотной оси в обе стороны. Борьба с этим явлением за счёт линеаризации преобразователя принципиально невозможна.

Понимание физики явлений — единственный действенный путь целенаправленного совершенствования техники.

№ 166(10). 17.11. (В) Некоторые проблемы теории искусства с точки зрения физики

д.ф.н. **Евин Игорь Алексеевич** (Институт машиноведения им. А.А. Благонравова РАН)

В выступлении обсуждаются следующие проблемы.

1. Визуальная и смысловая неоднозначность в искусстве. Теория фазовых переходов и теория распознавания образов в описании восприятия неоднозначности в искусстве.

2. Композиционное равновесие в живописи. Устойчиво или неустойчиво это равновесие и как его измерять?

3. Изучение литературы и музыки методами теории сложных сетей. Искусство и мозг.

Литература

- [1] Евин И.А. Искусство и синергетика. М.: УРСС. 2009. 202 с.
- [2] Yevin I. Ambiguity in Art //Complexus. 2006. V. 3. № 9. P. 74–82
- [3] Евин И.А. Феномен «тесного мира» в искусстве и культуре // Вопросы культурологии. № 3, 2009. С. 75–78

№ 167(11). 24.11. (п,в) Синхротронное излучение как инструмент нанодиагностики

Велигжанин Алексей Александрович (научный сотрудник РНЦ «Курчатовский Институт»)

Развитие современной науки и техники идет по пути уменьшения размеров функциональных элементов как объектов научных изысканий, так и готовых промышленных изделий, используемых в повседневной жизни, и постепенно эти размеры переходят в нанометровую область. Однако для направленного создания изделий с наноразмерными характеристиками необходим инструмент для исследования таких малых размеров.

Синхротронное излучение (СИ) используется в различных областях науки. Физики, химики, геологи, биологи и материаловеды получают информацию об объектах своих исследований, используя уникальные свойства этого излучения и многообразие доступных в синхротронных центрах методов исследования вещества. Благодаря высокой яркости, широкому энергетическому спектру, простирающемуся от инфракрасного диапазона до жесткого рентгена, высокой направленности, а также поляризационным, временным и когерентным свойствам, это излучение позволяет характеризовать различные аспекты структуры вещества. С его помощью исследуются энергетические уровни в атомах, молекулах и твердых телах, измеряются межатомные расстояния и размеры надатомных кластеров и комплексов, изучается мезоструктура вещества, а также определяется множество других параметров. Все эти элементы структуры оказывают существенное влияние на конечные свойства функциональных материалов.

Курчатовский источник синхротронного излучения является единственным в России специализированным источником СИ. В распоряжении исследователя — 15 экспериментальных установок, реализующих важнейшие методики исследования вещества с использованием СИ. Планируется строительство еще 6 новых экспериментальных станций, еще более расширяющих возможности центра.

Одна из установок центра, «Структурное Материаловедение», реализует методы рентгеновской спектроскопии поглощения, дающие информацию о локальной и электронной структуре вещества, рентгеновскую дифрактометрию, позволяющую проводить фазовый анализ и определять степень кристалличности, а также малоугловое рассеяние, определяющее размерные характеристики объектов в нанометровом диапазоне. На основе данных этих методов можно построить многомасштабную модель, учитывающую все ключевые структурные особенности вещества, что помогает установить корреляцию структура–свойства. Для примера приводятся исследования структуры сплавных наночастиц Pd-Zn в процессе их синтеза, поведение параметров нанесенных платиновых катализаторов в ходе их взаимодействия с реакционными газами, а также эксперименты для некоторых других систем.

Синхротронное излучение — мощный инструмент в руках исследователя, понимание и использование его возможностей существенно повышают эффективность труда ученого.

4 декабря 2010 г. состоялась экскурсия для участников Межпредметного семинара в Курчатовский центр синхротронного излучения и нанотехнологий.

№ 168(12). 01.12. (В) С чего начинаются физические теории: геометрия и кинематика

к.ф.-м.н. **Иванов Михаил Геннадьевич** (ктф)

На примерах различных физических теорий (ньютоновская механика, лагранжева и гамильтонова механика, СТО, ОТО, электродинамика, теории сплошных сред, квантовая механика) будет продемонстрировано, что физическая теория, как правило, содержит в своей основе ту или иную специальную геометрию. Эта геометрия определяет выбор переменных, в которых записываются динамические уравнения, и, по существу, сказать, геометрия=кинематика.

Будет показано, что граница между кинематикой и динамикой в конкретной теории может быть проведена разными способами: факты, которые в одном описании выступают в качестве динамических теорем, при другом описании оказываются геометрическими тождествами (невозможность превысить скорость света, первая пара уравнений Максвелла, уравнение непрерывности для заряда и т.п.). В некоторых случаях (например, в электродинамике) динамика и кинематика могут даже меняться местами («дуальность»).

Докладчик также коснётся области собственных научных интересов, связанных с релятивистской динамикой сплошной среды, и проиллюстрирует излагаемые идеи на этом материале.

№ 169(13). 08.12. (В) Моделирование в спортивной тренировке

к.б.н., профессор **Селуянов Виктор Николаевич** (заведующий научно-учебной лабораторией «Информационные технологии в спорте», МФТИ)

Вы узнаете:

- о спортивной адаптологии — новом междисциплинарном научном направлении,
- о возможных применениях математического моделирования в спорте,
- о том, как правильно построить индивидуальную систему спортивной подготовки.

Теория есть описание объективной реальности в виде модели и имитационного моделирования.

Тренер должен иметь представление не только внешних проявлений своего спортсмена (спортивные результаты, данные педагогического тестирования), но и понимать процессы, которые разворачиваются в организме спортсмена при выполнении тренировочной работы и в соревновательных условиях. Для решения этой задачи тренер (ученый) должен строить обобщенные модели систем организма человека и адаптировать их под конкретного спортсмена.

Это означает, что необходимо соединить знания из области биохимии, физики, биомеханики, физиологии, психологии, теории спорта в единую модель. Как видим, тренер должен заниматься междисциплинарным синтезом. Разумеется, тренеру это не под силу, по-

этому ученые должны разрабатывать междисциплинарные модели организма человека, адаптировать их под конкретный вид спорта и спортсмена. В результате должны появиться виртуальные (компьютерные) спортсмены (ВС), изучая реакцию таких ВС, можно найти рациональные варианты построения тактики участия в соревнованиях, выбрать рациональные варианты построения тренировочных занятий. Реализация такой задачи может производиться только с помощью «живой» математики, а именно дифференциальных уравнений.

Разработка виртуальных моделей спортсменов уже сейчас позволила существенно изменить основные положения спортивной тренировки.

№ 170(14). 15.12. (В) Как создать успешный start up

Анисимов Константин Викторович (директор по меркетингу и работе с партнёрами, Parallels)

План

1. Вступление. Данный доклад является кратким вариантом лекций по теме «Инновационный менеджмент. Или как создать свой Start Up». В докладе будет минимум теории, но максимум информации, о том, что нужно делать в данный конкретный момент и на данной территории, чтобы построить успешный инновационный бизнес.

2. План лекций.

2.1. Часть 1. Инновации vs модернизация Start Up создается не в вакууме, а в конкретном для него окружении. Поэтому для начала осмотримся и выработаем стратегию. Обсудим вот что:

- Какие цели все-таки стоят перед государством в России.
- Мировое разделение рынков и труда. Что действительно думают о нас и о нашем рынке иностранные компании. Бизнес-завтрак для компаний, работающих в России (пример).
- Что можно купить за деньги. Что нельзя купить за деньги.
- Чем выгодно заниматься в России и какой бизнес из России может быть конкурентоспособен в мире.

- Что есть в России, чтобы сделать успешную компанию. Чего нет в России, чтобы сделать успешную компанию мирового уровня.
- Отношение к новым продуктам. Сикорский и Самсунг (примеры).

2.2. Часть 2. Создаем успешный Start Up. Почему идей много, а компаний мало? Что отличает успешные компании? Обсуждаем:

- Вижн
- Команда
- Фокус

Решаем, что ваш инновационный бизнес выдает в качестве конечного продукта. Варианты:

- Идея
- Технология
- Продукт
- Решение
- Услуга

Обсуждаем наиболее перспективную бизнес-модель. Аутсорсинг vs Продукт. Продукт vs Продукт_как_Услуга. Определяем рынки, на которых вы продаете:

- по размеру бизнеса
- по территории
- по вертикали

Обсуждаем наиболее перспективные рынки.

Маркетинг в инновациях. Инновации в маркетинге.

Как маркетинговать свой продукт. Обсуждаем каналы маркетинга.

Новые каналы маркетинга. Будущие каналы маркетинга.

Организуем продажи.

Стоимость продаж. Эффективность продаж.

Ищем инвестиции.

Типы инвесторов. Цели и стратегии инвестиционных фондов.

Разговор с инвестиционным фондом. Как впечатлить инвестора.

Управляем компанией.

Обсуждаем управление инновационными проектами и планирование. Что нужно знать техническому директору. Road map продукта.

Расширение компании. Принципы набора персонала. Управление персоналом.

Удовлетворенность клиентов.

Обсуждаем:

- Важность пользовательского интерфейса. Важность промышленного дизайна.
- Важность технической поддержки.
- Net Promoter Score.

Лидерство инновационной компании.

Обсуждаем методы достижения лидерства, важность стандартизации.

План по достижению лидерства.

Семестр № 14 (весна-2011, 171–183)

№ 171(15). 09.02. (п,в) **Неизвестный Менделеев. Часть 1**

к.ф.-м.н. **Иванов Михаил Геннадьевич** (ктф)

«Химик, который не есть физик, есть ничто»

приписывается Д.И. Менделееву

Специальное заседание в честь:

Дня российской науки (8 февраля)

Дня рождения Д.И. Менделеева (8 февраля)

Начала весеннего семестра (7 февраля)

Планируются:

Справка о биографии и работах Менделеева (М.Г. Иванов)

Обсуждение конкретных направлений в современном контексте

Круглый стол

№ 172(16). 16.02. (В) Неизвестный Менделеев. Часть 2

Идеи Д.И. Менделеева по развитию образования
Арсеньев Андрей Романович (коф)

Исторические корни ноосферного развития
к.ф.-м.н. **Бодякин Владимир Ильич** (ИППИ РАН)

Таможенный тариф.
Протекционизм или фритередерство?
Некрасов Роман Владимирович (ФНБИК МФТИ)

№ 173(17). 02.03. (В) Дальний Восток России как центр мирового развития

Крупнов Юрий Васильевич (председатель Движения развития, председатель Наблюдательного совета Института демографии, миграции и регионального развития; <http://www.kroupnov.ru>)

В мире происходит тектонический сдвиг экономической активности в Северо-Восточную Азию. В этой ситуации углубляющееся периферийное состояние Дальнего Востока России создаёт угрозу национальной безопасности Российской Федерации. При этом имеются все объективные возможности для того, чтобы не только интенсивно поднимать наш Дальний Восток, но и превращать его в центр как российского, так и мирового развития. Для этого необходимо перейти от инерционного отраслевого и неолибералистского подхода http://www.economy.gov.ru/minec/activity/sections/econreg/investproject/doc20100309_011 к подходу, основанному на программировании общественно-регионального развития как условия многомерного лидерства. Механизмом организации центра мирового развития на окраине нашего государства является группа дальневосточных проектов развития <http://www.kroupnov.ru/news/2010/12/31/10765>.

Публикации Ю.В. Крупнова по теме доклада:

[1] Дальний Восток — центр мирового развития:
<http://kroupnov.livejournal.com/175882.html>

[2] Приамурье — центр мира 21 века:
http://www.kroupnov.ru/5/39_1.shtml

[3] Идентичность русских формируется через форсированное развитие Дальнего Востока России:

<http://krupnov.livejournal.com/182777.html>

[4] Выступление на заседании Столыпинского клуба, посвящённом вопросу о возможности переноса столицы России из Москвы:

<http://www.youtube.com/watch?v=AWMmzMz9pQ&feature=related>

[5] «Солнце в России восходит с Востока» (брошюра):

<http://www.kroupnov.ru/books/2006/07/20/10394/>

[6] Новый Дальний Восток. 2017-й год:

<http://www.kroupnov.ru/pubs/2008/03/05/10578/>

№ 174(18). 09.03. (В) Основы общей теории обучения

Арсеньев Андрей Романович (коф)

В докладе рассказывается о трудностях современных теорий, описывающих развитие сложных систем определённого вида. Сложности такого рода препятствуют развитию различных наук, как технических так и гуманитарных, что осложняет управление развитием таких систем и даже может поставить под угрозу их существование. Примерами таких систем являются государства, научные школы, отрасли промышленности, живые организмы. Предложен и обоснован оригинальный метод, позволяющий устранить ряд принципиальных недостатков методов, существующих на сегодняшний день.

№ 175(19). 16.03. (В) Искусственные и плановые языки от Декарта и до наших дней

Крюков Николай Витальевич (ОАО «Российские космические системы»)

С давних пор лучшие умы человечества задумывались над тем, как облегчить общение между людьми на планете, как преодолеть языковые и культурные барьеры между народами. Многие великие мыслители и энтузиасты от Средневековья до наших дней создавали и продолжают создавать проекты искусственных и плановых языков, отражая в них свою философию, идеи, взгляды на мир. В своем выступлении я постараюсь рассмотреть самые известные и значимые

из этих языков, прежде всего эсперанто, которым сам активно пользуюсь в жизни и в творчестве, а также обратить внимание на процесс превращения естественных языков в искусственные, который в наше время происходит повсеместно, стирая тем самым различия между естественными и искусственными языками в принципе.

№ 176(20). 23.03. (В) Формулы Фейнмана и интегралы по пространствам функций

д.ф.-м.н. **Смолянов Олег Георгиевич** (Мехмат МГУ)

Формулой Фейнмана называется представление решения эволюционного уравнения с помощью предела последовательности интегралов по декартовым степеням пространственной области определения решения или ее кокасательного расслоения. Формулой Фейнмана–Каца называется представление решения того же эволюционного уравнения с помощью интеграла по мере или псевдомере на некотором пространстве функций, принимающих значения в пространстве, декартовы степени которого используются в формуле Фейнмана.

В случае уравнения Шредингера, полученного квантованием классической гамильтоновой системы, интегралы в формулах Фейнмана–Каца называются интегралами Фейнмана. При этом в формулах Фейнмана используются декартовы произведения ее конфигурационного или фазового пространства; в первом случае формулы Фейнмана и соответствующие формулы Фейнмана–Каца называются лагранжевыми, а во втором — гамильтоновыми.

Связь между формулами Фейнмана и Фейнмана–Каца состоит в том, что интегралы по мере или псевдомере в формуле Фейнмана–Каца могут быть вычислены (в случае, когда речь идет о мерах) или определены (когда речь идет о псевдомирах) как пределы некоторых последовательностей интегралов по подпространствам пространства траекторий, причем интегралы, содержащиеся в формуле Фейнмана, либо совпадают с интегралами по подпространствам, либо их аппроксимируют. Таким образом, формулы Фейнмана позволяют приближенно вычислять интегралы по пространствам функций и решения эволюционных дифференциальных уравнений и псевдодифференциальных уравнений.

Предполагается обсудить вывод лагранжевых и гамильтоновых формул Фейнмана, их связь с формулами Фейнмана–Каца и связь последних со стохастическим анализом.

№ 177(21). 30.03. (В) Топология и симметрии в физике

к.ф.-м.н. **Иванов Михаил Геннадьевич** (ктф)

Физические поля могут влиять на события в тех областях пространства-времени, где они обращаются в нуль. Именно такое свойство магнитного поля демонстрирует эффект Ааронова–Бома.

Для того, чтобы наглядно представить себе такого рода эффекты, полезно использовать адекватный математический язык, рассматривающий поле не как функцию в пространстве-времени, а как «сечение над расслоением» (необходимые математические понятия будут даны по ходу дела с физическим уровнем строгости). Будет продемонстрировано, что такой язык позволяет естественным и наглядным образом описывать эффекты, которые иначе сложно себе вообразить. Например, мы обсудим очень близкие вопросы о том, как рисовать графики на листе Мёбиуса, как электрический заряд может сохраняясь локально не сохраняться глобально за счёт нетривиальной топологии пространства, может ли тёмная материя превращаться в обычную и наоборот.

Разумеется, мы не сможем теоретически решить вопросы, требующие экспериментального разрешения, но увидим, как абстрактная математика может позволить расширить диапазон физической фантазии.

№ 178(22). 06.04. (В) Обзор мультимедийных сред для синтеза звука и создания музыки

Наджаров Алексей Самсонович (Московская государственная консерватория им. П.И. Чайковского)

Будет рассказана небольшая предыстория, как возникла и развивалась электроакустическая музыка, отдельное внимание будет уделено специальным компьютерным программам Max/MSP, PD, OpenMusic, Impromptu, работа с видео, Processing и Jitter.

№ 179(23). 13.04. (В) Заседание в честь Дня космонавтики

Проблемы космологии и лабораторная астрофизика
д.ф.-м.н. **Беляев Вадим Северианович** (начальник отдела внеатмосферной астрономии ЦНИИМаш)

Приоритеты пилотируемых программ России в космосе
к.т.н. **Сапрыкин Олег Алексеевич** (начальник отделения пилотируемых программ ЦНИИМаш)

№ 180(24). 20.04. (В) Творческая встреча с группой молодых композиторов Московской государственной консерватории

В обсуждении примут участие профессор консерватории
Леонид Борисович Бобылев
и д.ф.-м.н. **Григорий Геннадьевич Амосов** (км).

Предполагается исполнение сочинений молодых композиторов Московской консерватории (класс профессора Л.Б. Бобылева) , перед каждым прослушиванием автор расскажет о своем сочинении и идее, которая легла в основу сочинения. В конце встречи планируется дискуссия с участием всех присутствующих. В программе:

Александр Симоненко: Фрагменты из балета

Эльсана Габараева: Трио для кларнета, фагота и фортепиано

Екатерина Жаворонкова: Вокальный цикл

Виталий Маслов: Две пьесы для гитары соло (живое исполнение!)

№ 181(25). 27.04. (В) 2-адическая параметризация генетического кода

д.ф.-м.н. **Козырев Сергей Владимирович** (МИАН)

p -адические числа широко применяются в алгебре, теории чисел и их приложениях. В докладе будет рассказано о некотором применении p -адического анализа в биологии, а именно к описанию генетического кода. Будет показано, что генетический код (способ кодирования белков нуклеиновыми кислотами) имеет естественную

2-мерную 2-адическую параметризацию. Все необходимые для понимания определения будут приведены в докладе.

№ 182(26). 11.05. (В) Микроконференция Межпредметного семинара

Эффект Джозефсона в структурах
сверхпроводник-ферромагнетик-сверхпроводник

Шейрман Александр Евгеньевич (853 гр.)

Контактные явления на границе сверхпроводника и несверхпроводящего материала представляют большой фундаментальный и практический интерес. Несмотря на то, что явления слабой сверхпроводимости были открыты почти полвека назад, многое остаётся непонятным. В своем докладе я планирую рассказать про суть эффекта Джозефсона и о его особенностях в структурах с ферромагнитной прослойкой между двумя сверхпроводниками.

Моделирование конституционного большинства

Корытин Андрей Владимирович (898 гр.)

Данный микродоклад затрагивает одну из проблем конституционного дизайна, относящуюся к правилам проведения выборов. В докладе определяется оптимальный уровень согласия коллегии выборщиков, необходимый для принятия коллективного решения, с точки зрения максимизации долгосрочного общественного благосостояния. В работе используется несложный аппарат теории случайных процессов и элементы теории вероятностей. Доклад предназначен для специалистов в области конституционного дизайна, а также тех, кому интересна данная проблематика.

Квантовый компьютер

Мельников Алексей Андреевич (756 гр.)

За последние пару десятилетий технологический прогресс значительно увеличил производительность и надежность современных компьютеров. Современный процессор содержит миллиард транзисторов, размер транзистора составляет 22 нм, постепенно подходя

к размеру отдельной молекулы. При приближении к таким размерам компьютеры могут фундаментально измениться, ведь их работа будет подчиняться законам квантовой механики. В своем докладе я расскажу об основных идеях, демонстрирующих преимущество квантовомеханического подхода к построению компьютеров будущего.

Биоинформатика. Анализ больших геномов и транскриптомов

Гаража Андрей Владимирович (746 гр.)

Доклад посвящён одному из направлений очень востребованной сегодня науки — биоинформатики. В докладе основное внимание будет уделено обработке больших массивов данных ДНК и РНК. Последние годы экспоненциально нарастают данные о первичной структуре ДНК различных организмов. И, несмотря на широкий инструментальный набор молекулярной генетики, определённую сложность представляет процесс аннотации полученных последовательностей, выяснение их роли как в организации генома, так и в функционировании организма в целом.

С развитием технологий секвенирования проблема обработки массивных данных появилась у молекулярных биологов, не связанных напрямую со сборкой больших геномов, а занимающихся, например, геномикой или транскриптомикой.

Будет рассказано, какие сейчас применяются сервисы поиска и аннотации последовательностей, почему привычные BLAST и BLAT сами по себе не смогут обработать десятки тысяч последовательностей, пришедших с секвенирования. Затронем и сугубо технические стороны, например, как устроен геномный браузер, какие алгоритмы поиска и выравнивания последовательностей можно использовать и для каких целей.

Все эти обзорные рассуждения планируется сопровождать примерами из наших проектов. Нами было разработано специальное программное обеспечение для картирования и аннотации множества последовательностей, а также удобной последующей работы с ними.

№ 183(27). 16.05. (В) Микроконференция Межпредметного семинара (2-е заседание)

Безотражательное квантовое надбарьерное прохождение в приближении нелинейного уравнения Шредингера

Ишханян Айк Артурович (624 гр.)

Техника лазерного охлаждения в настоящее время позволяет охлаждать разреженные атомарные газы до миллионных долей градуса Кельвина. При близких к абсолютному нулю температурах частицы практически останавливаются. Этот режим открывает новый, более прозрачный вид на странный мир квантовой статистической механики, на квантовую природу многочастичных систем. При таких низких температурах экспериментальные усилия награждаются получением квантовых многочастичных систем с исключительной управляемостью.

Впервые данный режим был достигнут только в середине 1990-х годов. Ультрахолодный разреженный газ нейтральных атомов щелочных металлов конденсировался в одно квантовое состояние, поведение которого эффективно описывается одной макроскопической квантово-механической волновой функцией, управляемой нелинейным уравнением Шредингера (уравнение Гросса–Питаевского). Получение Бозе-конденсатов (а впоследствии и Ферми-газов) стимулировало волну исследований вырожденных квантовых газов. Полученные ультрахолодные газы являются отличной лабораторией для исследования многих важных нелинейных явлений (вихри, светлые и темные солитоны, самозахват квантовой системы, и т.д.).

К числу интересных явлений, достойных особого внимания, относятся и *туннельное прохождение* и *надбарьерное отражение* квантовых частиц. Это — фундаментальные эффекты квантовой механики, отсутствующие в классической физике. Поскольку в данном многочастичном случае вырожденных квантовых газов макроскопическое туннелирование и отражение являются сильно нелинейными процессами, и тем самым предоставляют совершенно другую возможность проверки квантовой механики, которая невозможна в одночастном линейном случае, эти явления привлекли значительное внимание за последние несколько лет — после экспериментального получения бозе-конденсатов и ферми-газов.

В настоящем докладе мы рассматриваем безотражательное кван-

товое надбарьерное прохождение бозе-конденсатов в приближении нелинейного уравнения Шредингера над потенциалом Розена–Морзе. Будут рассмотрены разные виды нелинейности, например, нелинейность пятого порядка и насыщающая нелинейность.

Мы показываем, что возможны физические ситуации, когда нелинейность сильно меняет картину процесса отражения. Например, оказывается, что в нелинейном случае возможны случаи полного прохождения при конфигурациях системы, для которых эффект в линейном случае отсутствует. В частности, мы показываем, что безотражательное прохождение над потенциалом вида $V_0 = \text{sech}^2(x)$ (потенциал Розена–Морзе) возможно и при $V_0 > 0$, то есть, над барьерами, а не только ямами, как это имеет место в линейном случае.

Растровая электронная микроскопия (РЭМ) и её применение в современной исследовательской практике
Зюльков Иван Юрьевич (855 гр.)

В докладе рассмотрены: физические основы растровой электронной микроскопии; устройство РЭМ; работа РЭМ в режиме сбора истинно вторичных электронов и режиме отраженных электронов; рентгеновский микроанализ; катодлюминесценция.

Этическое измерение современной науки
Жихарева Анна Александровна (855 гр.)

Одной из примечательных особенностей современной науки является то, что в ней все более заметное место занимает этическая проблематика. Безусловно, интерес к этим проблемам возник отнюдь не сегодня – их обсуждение имеет свою длительную и содержательную историю. Тем не менее никогда в прошлом не было такого, чтобы исследователям и администраторам науки в своей повседневной деятельности приходилось тратить столько времени и сил не только на их обсуждение, но и на попытки найти то или иное решение. Никогда в прошлом научные исследования и их приложения не оказывались объектом такого интенсивного и детального регулирования – не только этического, но и юридического. Сегодня принимается несметное количество нормативных актов – как внутренних, так и межведомственных, как национальных, так и международных, призванных обеспечить такое регулирование.

Я приведу некоторые иллюстрации, раскрывающие природу и характер такого регулирования. Основное внимание будет уделено современной биомедицине, так как именно она оказывается средоточием наиболее острых этических проблем.

Изучение быстропротекающих процессов с помощью метода протонной радиографии

Бабочкин Кирилл Александрович (742 гр.)

Бурно развивающийся в настоящее время метод радиографического исследования вещества с использованием высокоэнергетических пучков заряженных частиц предоставляет уникальные возможности для получения прямой информации о пространственном распределении плотности вещества в оптически непрозрачных объектах в условиях быстропротекающего динамического эксперимента. Важной особенностью такого метода исследования также является возможность многокадровой съёмки в импульсном режиме. В качестве примера будет приведено использование метода протонной радиографии при изучении ударно-волновых и детонационных процессов на ускорителе ТВН ИТЭФ. Метод дал возможность определить их динамические и макрокинетические параметры, такие как скорость и структура волновых фронтов, массовая скорость вещества.

Цифровой синтез звука

Журавлев Андрей Александрович (736 гр.)

С развитием цифровых технологий создание электронной музыки значительно упростилось и стало доступным практически каждому. В данном докладе будут описаны некоторые способы создания звука и придания ему окраски. Будут рассмотрены методы синтеза звука с помощью кольцевой, амплитудной и частотной модуляции сигнала. Также будут разобраны эффекты, основанные на линиях задержки сигнала: реверберация, хорус, флэнжер. Все примеры будут звучать на колонках в аудитории.

Семестр № 15 (осень-2011, 184–197)

№ 184(1). 07.09. Вводный семинар. Формат семинара. Обзор тематики

Вводный семинар, как обычно, посвящён знакомству студентов с семинаром и некоторыми наиболее активными докладчиками.

№ 185(2). 14.09. (в) Вращение сфер

к.ф.-м.н. **Иванов Михаил Геннадьевич** (ктф)

Представляется популярный рассказ о геометрии сфер в пространствах различной размерности и сигнатуры и её приложениях в физике. В качестве иллюстрации будет показано и прокомментировано несколько серий замечательного математического мультфильма Dimensions (http://www.dimensions-math.org/Dim_RU.htm).

№ 186(3). 21.09. (в) Квантовые компьютеры

к.ф.-м.н. **Федичкин Леонид Евгеньевич** (ФТИАН; ктф)

Введение в базовые понятия квантовых вычислений: квантовые биты (кубиты), квантовые операции, квантовые алгоритмы, квантовое ускорение обработки информации. Основные требования к физическим системам — кандидатам в будущие квантовые процессоры. Представлен алгоритм Гровера.

Для первоначального чтения:

Л.Е.Федичкин «Квантовые компьютеры» (журнал «Наука и жизнь» № 1, 2001 г.)

№ 187(4). 28.09. (в) Современные цифро-аналоговые вычислители

к.ф.-м.н. **Пешин Сергей Владимирович** (Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН, Фрязинский филиал)

The important thing in science is not so much to obtain new facts as to discover new ways of thinking about them.

Sir William Bragg

В американских и российских аналитических обзорах, посвященных развитию науки в качестве одной из основных задач указывается создание все более мощных суперкомпьютеров. Для решения этой проблемы мы предлагаем использовать принцип оптической аналоговой обработки информации с введением дискретизации и ограничением числа решаемых проблем – одной.

Необходимым условием увеличения быстродействия является также специализация арифметико-логического устройства (АЛУ) в соответствии с решаемой задачей. В зависимости от типа решаемой на суперкомпьютере задачи АЛУ может иметь многомерную динамическую структуру, работающую по типу «широкого атмосферного ливня» с кластеризацией опроса ячеек памяти, определяемой обрабатываемой суперкомпьютером задачи (например, обработка спутниковой информации).

Разработанный программно-вычислительный комплекс на новом физическом носителе и новой, «быстрой», целочисленной математике, основанной на открытых в России законах теории чисел и нелинейной («природной») системе счисления, позволит в реальном времени обрабатывать супербольшие потоки разноформатной информации, например, спутниковой информации, путём однократных целочисленных вычислений с теоретически максимальной точностью и физически допустимой скоростью вычислений благодаря следующим особенностям алгоритмов работы АЛУ:

а) разработка АЛУ на основе нелинейной («природной») системы счисления (динамического хаоса), регулируемого по модулю (уровню, амплитуде, диапазонам частот) диапазонами значений, т.е. управляемого по нижней и верхней границам генератора идеального «белого шума».

б) разработка метода опроса ячеек памяти из многопараметрических (разноуровневых) последовательностей простых чисел при помощи управляемого по нижней и верхней границам генератора идеального «белого шума».

в) разработка генератора детерминированно-случайных функций с узким детерминированным входом.

Примечание организатора. хотя умножение матриц проходят на 1-м курсе — это вычислительно сложная операция (если взять матрицы очень большого размера). К сожалению, докладчик уделил недостаточно внимания физическим и математическим основам подхода.

№ 188(5). 05.10. (в) Перспективы развития мировой космонавтики

лётчик-космонавт **Авдеев Сергей Васильевич** (общее время пребывания в космосе — 747 суток, 14 ч., 16 мин. за 3 полёта)

к.т.н. **Сапрыкин Олег Алексеевич** (Начальник отделения «Исследование перспектив развития пилотируемых космических комплексов», ЦНИИМаш)

Куда развивается мировая космонавтика? О чём думают космические агентства? О чём думает Российское космическое агентство?

№ 189(6). 12.10. (м,п,в) О математическом моделировании транспортных потоков

к.ф.-м.н. **Гасников Александр Владимирович** (моу),

к.ф.-м.н. **Холодов Ярослав Александрович** (моу)

В полуторачасовом докладе планируется вкратце рассказать о текущих насущных, задачах, возникающих при управлении транспортными потоками. В частности, речь пойдет о том, где какую дорогу лучше строить, зачем нужны платные дороги и как разумно взимать плату за проезд, как управлять светофорной сигнализацией и какие модели транспортных потоков для этого потребуются.

Литература

Книга «Введение в математическое моделирование транспортных потоков» (под редакцией А.В. Гасникова) М.: МФТИ, 2010. <http://www.zoneos.com/traffic/>

№ 190(7). 19.10. (в) Интерактивная музыкальная инсталляция

Хруст Николай Юрьевич (Московская государственная консерватория им. П.И. Чайковского)

Доклад посвящён интерактивной музыкальной инсталляции как синтетическому виду искусства, где нет границ между звуком, светом, изображением, объёмом. Новые виды коммуникации между всеми этими составляющими, а также между произведением искусства, его автором, исполнителем (если он есть), слушателем становятся возможными благодаря достижениям математики, физики, нейрофизиологии, программирования, новых технологий. Часто в таком искусстве зритель из пассивного наблюдателя превращается в соучастника, активно влияющего на произведение.

Во время лекции будут демонстрироваться примеры интерактивных инсталляций на видео и в «реальном действии».

Информация о докладчике доступна по адресу <http://sound-pr.ru/index.php?page=khrust>

№ 191(8). 26.10. (в) Сверхсветовые нейтрино: теоретическое и методическое обсуждение

к.ф.-м.н. Иванов Михаил Геннадьевич (ктф)
Арсеньев Андрей Романович (коф)

Наверное, все уже слышали или читали о напугавшем открытии коллаборацией OPERA сверхсветового движения нейтрино. Вокруг этой темы уже было сказано и написано немало лишнего. В докладе будут обсуждаться следующие вопросы:

- что было получено на эксперименте,
- насколько полученные данные надёжны,
- может ли это открытие потом оказаться закрытым,
- какие проблемы для физической теории может повлечь открытие сверхсветовых частиц (нарушение лоренцевской симметрии или причинности, путешествия во времени, устойчивость вакуума и пр.),

- как эти теоретические проблемы (если они встанут перед теоретиками) могли бы быть разрешены.

Литература

- [1] Исходная статья коллаборации OPERA:
<http://arxiv.org/abs/1109.4897>
- [2] Два здравых комментария по теме:
<http://elementy.ru/news?newsid=431680>
<http://igorivanov.blogspot.com/2011/09/opera-2.html#more>
- [3] Один из многих вариантов теоретических спекуляций по теме: M.G.Ivanov «Superluminal motion and Lorentzian symmetry breaking and repairing in two-metric theories» arXiv:1110.1875 [hep-ph]
<http://arxiv.org/abs/1110.1875>

№ 192(9). 02.11. (в,п) Новые методы статистического анализа литературных текстов

д.ф.-м.н. **Орлов Юрий Николаевич** (ИПМ РАН; км)

Рассматриваются задачи классификации и идентификации литературных текстов, написанных на европейских языках, на основе анализа статистических закономерностей буквенных распределений, т.е. вероятностей встречаемости букв и буквосочетаний. Тексты классифицируются по авторам, жанрам и иным атрибутам текста.

В основе лежит кинетический подход к анализу нестационарных временных рядов, каковыми являются последовательности букв в книге. Для выборочного распределения фрагмента текста по буквам вводится оператор эволюции и выписывается уравнение Лиувилля. Строится спектральный портрет этого оператора и находятся инвариантные подпространства, специфические для каждого автора. Даются оценки на точность метода.

При идентификации автора неизвестного текста внутри библиотеки известных текстов используется квазинорма Кульбака–Лэйблера для расстояния между распределениями текста по буквам. При изучении текста на однородность (в случае нескольких авторов) применяется индикативная статистика «горизонтных рядов» для распределения расстояний между одинаковыми буквами.

Излагается статистический подход к решению таких задач, как установление наиболее вероятного автора неизвестного произведе-

ния, переводное это произведение или написанное на языке автора, сколько авторов участвовало в его написании.

Тестирование метода идентификации автора на достаточно большой выборке (100 авторов, 1000 текстов) показало очень высокую точность: только 16 текстов были ошибочно отнесены не к своим авторам.

№ 193(10). 09.11. (в) Невозможные квантовые эффекты в биологии

Филиппов Сергей Николаевич (ктф)

Среди биологов циркулируют мнения («профессиональный фольклор»), что ряд необъяснённых фундаментальных проблем в биологии (происхождение жизни, работа мозга, биологическая эволюция, человеческое сознание) может быть объяснён нетривиальными эффектами квантовой механики. На семинаре будет дан обзор таких «эффектов» и обсуждены причины их невозможности.

Литература

[1] Н.М. Wiseman, J. Eisert, Nontrivial quantum effects in biology: A skeptical physicists' view. In «Quantum Aspects of Life», Eds. D. Abbott, P.C.W. Davies, A.K. Pati, chapter 17 (Imperial College Press, London, 2008). arXiv:0705.1232v2 [physics.gen-ph], <http://arxiv.org/abs/0705.1232>

№ 194(11). 16.11. (в) Математика и гуманитарные исследования

к.филолог.н. **Рыков Владимир Васильевич** (кафедра физико-технической информатики)

План доклада:

К 300-летию со дня рождения М.В. Ломоносова.

Математика и гуманитарные исследования.

Исследования А. Фоменко.

Машинный перевод.

Представлене знаний.

Корпусная лингвистика.

Статистические исследования текстов – проблемы и достижения.

Интернет-сайты: <http://rykov.narod.ru>,
<http://rykov.fizteh.ru>. <http://rykov-kypc.narod.ru/>.

№ 195(12). 23.11. (п,в) Михаил Ломоносов и современная физическая картина мира

д.ф.-м.н. Полищук Ростислав Феофанович (ФИАН)

В этом году Россия отмечает 300-летие со дня рождения своего великого учёного Михаила Васильевича Ломоносова (19.10.1711–15.04.1765). Он учился в Славяно-греко-латинской академии в Москве, Киевской духовной академии, университете при Петербургской академии наук и в Германии. Ричард Фейнман считал формулу Демокрита «мир есть атомы и пустота» самой информационно-ёмкой фразой физики. Ломоносов развивал «корпускулярную философию» Демокрита и сделал её теоретическим фундаментом выдвинутой им молекулярно-кинетической теории теплоты и газов. В своём письме Леонарду Эйлеру в 1748 году Ломоносов впервые сформулировал всеобщий закон сохранения материи. Александр Пушкин назвал Ломоносова «первым нашим университетом» и «величайшим умом новейшего времени».

Сегодня мир понимается как физика вакуума с глубоким качественным его членением на различных уровнях единой физической реальности – от кварков и лептонов до эконофизики и социума как смысловой сингулярности Вселенной на полюсе её сложности. Великая роль виртуальных частиц как источников физического взаимодействия преломляется на уровне социума в великую роль виртуального пространства культуры (искусства, религии, науки и философии) как характеристического свойства человека.

В докладе будет дана краткая картина мировоззрения Ломоносова в контексте развития познания и картина развивающейся истины-процесса (мир и истина о мире есть процесс) от Евклида до становления единой теории физических взаимодействий и математической истории.

**№ 196(13). 30.11. (в) Заседание в честь 300-летия
М.В. Ломоносова**

М.В. Ломоносов и российская наука
Арсеньев Андрей Романович (коф)

В докладе параллельно излагаются биография М.В. Ломоносова и основные этапы становления Петербургской академии наук (современная РАН). Обсуждаются вопросы организации образования и научных исследований.

Атмосфера и климат Венеры: от Ломоносова до наших дней

к.ф.-м.н. Родин Александр Вячеславович (ИКИ РАН)

В 2011 г. помимо 300-летия М.В. Ломоносова научная общественность отмечает 250-летие открытия Ломоносовым атмосферы Венеры. В докладе излагается история и современное состояние проблемы изучения атмосферы и климата Венеры, описываются современные проекты исследований.

**№ 197(14). 07.12. (в) Квантовые процессы в сильных
электромагнитных (лазерных) полях**

к.ф.-м.н. Федотов Александр Михайлович (кафедра теоретической и ядерной физики МИФИ)

Будет рассказано о перспективах создания экзаваттных лазерных установок, о квантовых процессах, индуцируемых рождением электрон-позитронных пар из вакуума такими лазерами, а также о возможных принципиальных ограничениях на достижимую интенсивность фокусированных лазерных полей, обусловленных развитием в фокусе каскадных процессов.

Семестр № 16 (весна-2012, 198–209)

№ 198(15). 16.02. (п,в) Обеспечение прослеживаемости измерений в нанометровом диапазоне. Достижения ЦКП МФТИ

к.ф.-м.н. **Заблоцкий Алексей Васильевич** (кафедра нанометрологии, зам.зав.)

В докладе будут рассмотрены общие вопросы обеспечения достоверности и прослеживаемости измерений в нанометровом диапазоне в соответствии с современными международными трактовками понятий «точность», «неопределённость», «прецизионность» измерений. Также будет кратко представлены достижения МФТИ в области нанометрологии.

После доклада состоится экскурсия в лаборатории кафедры нанометрологии.

№ 199(16). 22.02. (п,в) Практические задачи анализа нестационарных временных рядов

д.ф.-м.н. **Орлов Юрий Николаевич** (ИПМ РАН; км)

В докладе будет дан обзор проблем, возникающих при применении теории вероятностей к практическим задачам, связанным, в частности, с анализом фондового рынка и с обоснованием тех или иных прогнозных алгоритмов. Рассматриваются задачи определения оптимального объема выборки для построения прогнозных моделей и описаны варианты таких моделей.

Во многих случаях нестационарность ряда наблюдаемых величин обусловлена нерегулярной сменой режимов функционирования той «физической системы», которой порождены эти величины. Тем самым возникает задача о построении индикаторов смены режима, т.е. индикаторов разладки. В докладе будут даны некоторые примеры таких индикаторов, которые в определенных условиях могут трактоваться и как предикторы.

Тематика, связанная с нестационарными временными рядами, начиная с весеннего семестра 2012 г., будет развиваться на кафедре

физико-технической информатики ФИВТ в содружестве с компанией «ИГ Норд-Капитал».

Литература

Орлов Ю.Н., Осминин К.П. Нестационарные временные ряды: методы прогнозирования с примерами анализа финансовых и сырьевых рынков. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2011. 384 с.

№ 200(17). 29.02. Проблема необратимости и функциональная механика

член-корр. РАН **Волович Игорь Васильевич** (МИАН, зав. отделом математической физики)

Проблема необратимости заключается в том, как совместить обратимость по времени микроскопической динамики с необратимостью макроскопических уравнений. Эта фундаментальная проблема рассматривалась в известных работах Больцмана, Пуанкаре, Боголюбова, Фейнмана, Ландау и других авторов и оставалась открытой. Недавно был предложен следующий подход к решению проблемы необратимости: предложена новая формулировка классической и квантовой механики, которая необратима по времени. Таким образом, снимается противоречие между обратимостью микроскопической и необратимостью макроскопической динамики, поскольку обе динамики в предлагаемом подходе необратимы.

Широко используемое понятие микроскопического состояния системы как точки в фазовом пространстве, а также понятия траектории и микроскопических уравнений движения Ньютона не имеют непосредственного физического смысла, поскольку произвольные вещественные числа не наблюдаемы. Фундаментальным уравнением микроскопической динамики в предлагаемом неньютоновском «функциональном» подходе является не уравнение Ньютона, а уравнение типа Фоккера–Планка. Показано, что уравнение Ньютона в таком подходе возникает как приближенное уравнение, описывающее динамику средних значений координат для не слишком больших промежутков времени. Вычислены поправки к уравнениям Ньютона. Такой подход потребовал также пересмотра обычной Копенгагенской интерпретации квантовой механики.

Литература

Volovich I.V. Randomness in classical mechanics and quantum mechanics // Found. Phys., 41:3 (2011), 516–528; <http://arxiv.org/pdf/0907.2445.pdf>

№ 201(18). 07.03. Математическое моделирование восприятия музыки

Капустин Михаил Анатольевич (коф)

Красота — понятие сложное, многоликое и, как многие считают, непостижимое. Тем не менее для естествоиспытателя искушение разъять нечто красивое на части, поверить эти части алгеброй и чем придется, после чего найти секрет, как сделать другое такое же — искушение почти непреодолимое.

Докладчик много лет занимался этой деятельностью на примере восприятия коротких мелодий. Он собирается рассказать о математической модели этого процесса (выраженной на языке обхода помеченных графов), и о связи этой модели с моделями динамики эмоций.

Затем речь пойдет о том, как сочиняют музыку люди и как можно приспособить к этому электронные устройства (а также о том, каковы были результаты предыдущих попыток).

Также в качестве демонстрации ограничений модели и собственных музыкальных предпочтений автора, для растормаживания правого полушария, и по настоячивому требованию руководителя семинара лекция будет перемежаться с исполнением музыкальных фрагментов, как правило — со словами.

№ 202(19). 14.03. Геометрия Финслера и почему её нужно понимать физикам

к.ф.-м.н. Жотиков Вадим Геннадьевич (доцент, коф)

Приложения геометрии Финслера к решению фундаментальных проблем современной физической науки приобретают в настоящее время все больший и больший интерес. Нам представляется это не

случайным. В физическом сообществе явно наметился процесс осознания необходимости перехода к новой физической парадигме, которая нуждается в новом, более общем математическом аппарате. Напрашивается очевидная аналогия с историей введения в физику римановой геометрии. Она была сформулирована Р. Риманом (1826–1866) в 1864 г., а оказалась востребованной физической наукой через столетия (1916 г.) в качестве математического аппарата теории относительности (СТО и ОТО).

Геометрия Финслера была построена П. Финслером (1894–1950) в 1918 г. и является обобщением геометрии Римана. Она может быть сформулирована различными способами [1]. Для её фундаментальных приложений к физике, все фундаментальные уравнения которой выводятся из принципа наименьшего (экстремального) действия, наиболее удобным оказывается метод построения геометрии Финслера, предложенный выдающимся отечественным геометром В. Вагнером (1908–1981) в начале 50-х годов XX века и развитый впоследствии его учениками.

Метод Вагнера основан на математически безукоризненной процедуре геометризации всех известных задач вариационного исчисления, к которым, в частности, относится и принцип наименьшего (экстремального) действия. Это обстоятельство дает возможность получить новую, инвариантно-геометрическую (т.е. бескоординатную) форму уравнений движения как в механике, так и в теории поля. Данная новая форма уравнений движения в настоящее время является наиболее общей. Отличие её от уравнений движения в форме Лагранжа или в форме Гамильтона состоит, прежде всего, в том, что эволюционные уравнения оказываются записанными сразу во всех базисах, в том числе и неголономных (другими словами, сразу относительно ансамбля всех возможных наблюдателей, в том числе и неинерциальных). В частности, это позволяет установить истинный смысл и роль сил инерции в Природе.

Литература

[1] Zhotikov V. G. Finsler geometry (according to Wagner) and the equations of the motion in relativistic dynamics // Proceeding of XV International Scientific Meeting PIRT-2009, Moscow: BMSU, 2009. P. 133–144.

№ 203(20). 21.03. Углерод — элемент «более равный», чем другие

член-корр. РАН **Бражкин Вадим Вениаминович**
(Институт физики высоких давлений им. Л.Ф. Верещагина РАН)

Представлен обзор места и роли углерода во вселенной, в нашей жизни, в науке и технологиях. Обсуждаются проблемы распространённости углерода на Земле и во вселенной; физические свойства углеродных и углеродсодержащих материалов; применение углеродных материалов в физике и технологии и история исследования углеродных материалов в ИФВД РАН. Из-за уникального расположения в таблице Менделеева углерод может формировать огромное число структур, проявляя различную валентность и различную гибридизацию электронов. Объясняются причины огромного числа углеродных модификаций и уникальных механических и электронных свойств углеродных материалов. Демонстрируются необычные примеры новых состояний углерода. Представлены свежие результаты по неорганическому синтезу углеводородов (проблема абиогенной нефти).

Примечание организатора. По выступлениям на Межпредметном семинаре В.В. Бражкин запомнился мне как замечательный лектор и один из лучших когда-либо встреченных популяризаторов.

№ 204(21). 28.03. Измерение цвета

к.ф.-м.н. **Булыгин Владимир Семёнович** (коф, зам. зав.)

Цветовое восприятие — одно из важнейших фундаментальных свойств человеческого зрения. Понимание природы цвета лежит в пограничной области сразу нескольких наук: оно связано с устройством человеческого глаза (биология и физиология зрения), с обработкой зрительной информации в человеческом мозге (психология), со свойствами получения, распространения и преобразования оптического излучения в видимой области спектра (физическая оптика).

Изучение законов цветового восприятия человеческим зрением, начинавшееся из получения многих различных цветов и цветовых оттенков путём смешения всего нескольких цветовых красителей и

продолжившиеся экспериментами по зрительному цветовому уравниванию цветовых зрительных стимулов, получающихся смешением на экране светового излучения различного спектрального состава, показало, что цветовое пространство является трёхмерным (хотя спектральное пространство светового излучения – каждой длине волны своя координата – бесконечномерно).

Эксперименты в этой области, а затем и исследования физических и математических свойств цветового пространства проводили такие выдающиеся исследователи, как И. Ньютон, Т. Юнг, Г. Гельмгольц, Дж.К. Максвелл, Г. Грассман, Э. Шрёдингер и др.; они заложили основы современной колориметрии (от латинского *color* — цвет и греческого *μετρεω* — измеряю) — науки о методах измерения и количественного выражения цвета и цветовых различий.

Колориметрия является одним из разделов метрологии, колориметрические стандарты применяются при оценке по цвету телевизионных экранов и компьютерных дисплеев, устройств световой сигнализации и др. аналогичных изделий, цветовой контроль применяется при производстве пищевых продуктов, при производстве красителей, строительных и отделочных материалов, при производстве товаров народного потребления и т.д.

№ 205(22). 04.04. Строение и гидродинамика горячих недр Земли

член-корр. РАН Трубицын Валерий Петрович
(Институт физики Земли)

В настоящее время, через 50 лет после открытия конвекции и тектоники плит, происходит второе коренное изменение представлений о процессах в Земле. Открыты гигантские скопления горячего вещества на дне мантии. Создается единая теория тектоники всей мантии Земли, описывающая взаимодействие и эволюцию плит, плюмов и плавающих континентов. Дается обзор строения Земли, конвекции в мантии, механизма раскола литосферы и глобального вулканизма.

Процессы в мантии Земли

Тепловая конвекция под жесткой литосферой, расколотой на плиты. Плиты погружаются в мантию в зонах субдукции и рождаются в срединных хребтах. На стыках плит - землетрясения. Легкие континенты плавают на мантии. На дне мантии гигантские (400км) скопления горячего утяжеленного вещества. Там зарождаются плюмы (горячие грибовидные струи), создающие крупнейшие вулканы.



1. В мантии (как при варке каши) вещество находится в движении и выходит на поверхность в срединно-океанических хребтах.
2. Расходясь в разные стороны и остывая, оно образует дно океанов. В атлантическом океане движущееся дно упирается в Африку и Ю. Америку и раздвигает их.
3. В Тихом океане дно океана упирается в Евразию и в С. и Ю. Америку и уходит в глубоко в мантию. Благодаря трению на стыке погружающегося дна и континентов происходят крупнейшие землетрясения.
4. На дне мантии под Тихим океаном и под Африкой имеются два скопления тяжелого горячего вещества. На их краях возникают восходящие плюмы. Они создают крупнейшие вулканы.

Построена гидродинамическая теория, воспроизводящая всю совокупность глобальных процессов в мантии Земли

МЕЖПРЕДМЕТНЫЙ СЕМИНАР

Заседания 101–205

23.04.2008–04.04.2012

Сборник материалов

Составитель кандидат физико-математических наук
Иванов Михаил Геннадьевич

Редакторы: *В.А. Дружинина, И.А. Волкова*
Корректоры: *О. П. Котова, Л. В. Себова*

Подписано в печать 16.03.2012. Формат $60 \times 84 \frac{1}{16}$.
Усл. печ. л. 7,4. Уч.-изд. л. 6,8. Тираж 200 экз. Заказ 13.

федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Московский физико-технический институт
(государственный университет)»

Отдел оперативной полиграфии «Физтех-полиграф»
141700, Московская обл., г. Долгопрудный, Институтский пер., 9

E-mail: rio@mail.mipt.ru