

С Днем рождения, Виктор Антонович!



Глубокоуважаемый Виктор Антонович!
Вы представляете Московский университет более четверти века, сохраняя созданное поколениями Великих людей и зарождающая новые поколения Великих.
 Благодаря Вашей мудрости политика, щедрости мецената, дальновидности исследователя Московский университет находит уникальный вектор развития в сложных реалиях современного государственного процесса.
 Московский университет в полной мере представляет семью единомышленников благодаря Вашей неустанной работе.
 Ваше место патриарха семьи университетов признано в России, Европе, Азии — во всем мире.
 Долгих плодотворных лет Вам, Виктор Антонович!
 Ваш уникальный опыт составляет нерастраченный капитал Московского университета! Сохраняйте и приумножайте его на наше общее благо!

С самым искренним глубочайшим уважением и огромной любовью, физик МГУ

ДОРОГИЕ ВЕТЕРАНЫ ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЫ! ДОРОГИЕ КОЛЛЕГИ!

ПОЗДРАВЛЯЮ ВАС С ДНЕМ ПОБЕДЫ! С ПРАЗДНИКОМ, В КОТОРОМ СПЛИЛИСЬ ВОЕДИНО РАДОСТЬ, ПАМЯТЬ И СКОРБЬ. ЭТОТ ДЕНЬ СИМВОЛИЗИРУЕТ НАШУ СПЛОЧЕННОСТЬ И ПРЕДАНОСТЬ РОДИНЕ, ГЕРОИЗМ И БЕСПРИМЕРНОЕ МУЖЕСТВО НАШИХ ПРАБАБУШЕК И ПРАДЕДУШЕК, БАБУШЕК И ДЕДОВ, ОТЦОВ И МАТЕРЕЙ. КАЖДЫЙ ГОД В ЭТОТ ДЕНЬ МЫ СЕРДЕЧНО БЛАГОДАРИМ ТЕХ, КТО ОДОЛЕЛ МОЩНОГО, БЕСПОЩАДНОГО ВРАГА, ЦЕНОЙ ОГРОМНЫХ ЖЕРТВ И ПОТЕРЬ ОСВОБОДИЛ ЕВРОПУ ОТ НАЦИЗМА. МЫ СКЛОНЯЕМ ГОЛОВЫ ПЕРЕД СВЕТОМ ПАМЯТЮ ВСЕХ, КТО НЕ ВЕРНИУСЯ С ВОЙНЫ, ВСЕХ, КОГО УЖЕ НЕТ РЯДОМ. ОСНОВНОЙ ЗАДАЧЕЙ НАШЕЙ РОДИНЫ В НАСТОЯЩЕЕ ВРЕМЯ ОПИСАНО НЕ БОЛЕЕ 10% ИЗ ДВУХ МИЛЛИОНОВ ВИДОВ, ОБИТАЮЩИХ В ОКЕАНЕ. ЛУННАЯ ПОВЕРХНОСТЬ, В ТОМ ЧИСЛЕ ОБРАТНАЯ СТОРОНА ЛУНЫ, ИЗУЧЕНА БОЛЕЕ, ЧЕМ ДВОЕ МИРОВОГО ОКЕАНА. ОСВОЕНИЕ РЕСУРСОВ ОКЕАНА СПОСОБНО РЕШИТЬ ПРОБЛЕМЫ СЫРЬЕВОГО, ПРОДОВОЛЬСТВЕННОГО И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА НА БЛИЖАЙШИЕ СТО И БОЛЕЕ ЛЕТ. ВИКТОР АНТОНОВИЧ ОТМЕТИЛ, ЧТО УНИВЕРСИТЕТЫ ДОЛЖНЫ БЫТЬ ГОТОВЫ К РЕШЕНИЮ СЛОЖНЕЙШИХ ЗАДАЧ, КОТОРЫЕ ВСТАЮТ В СВЯЗИ С НЕОБХОДИМОСТЬЮ ОСВОЕНИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСТВОМ РЕСУРСОВ МИРОВОГО ОКЕАНА. В ОСНОВНОМ ЭТО ПОДГОТОВКА ШИРОКОГО КРУГА СПЕЦИАЛИСТОВ.
Еще одним вызовом является Космос. Стремительное развитие астрономии в последние годы привнесло фантастическим результатам: показано, что на сегодняшний день относительно хорошо изучены являются только четыре процента окружающего нас мира — барниона материя. Остальная часть Вселенной приходится на темную энергию и материю, которая еще практически не изучена. Виктор Антонович остановился на проблеме мощного Космоса. Согласно современным представлениям, в нашей Галактике существуют миллиарды планет с температурами и массами, подобными земным. На них могла бы существовать и жизнь, однако контактов с другими цивилизациями пока не установлено. Открытие гравитационных волн доказало существование черных дыр, теперь перед учеными стоит проблема доказательства существования «кротовых нор», то есть туннелей в пространстве-времени.
Более полувека назад была сформулирована проблема предельной скорости (предела развития человечества по моделям Форрестера, Меллоу). С тех пор математическому моделированию динамики мирового развития уделяется огромное

ДЕКАН ФИЗИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА МГУ
 ПРОФЕССОР Н.Н. СЫСОВ

Международный форум «Университеты, общество и будущее человечества»



25 марта 2019 года в МГУ имени М.В. Ломоносова состоялся Международный форум «Университеты, общество и будущее человечества». На форуме присутствовало более 2,5 тысячи участников и гостей, в том числе 200 представителей зарубежных стран.

Форум открыл великий Академический хор МГУ, исполнивший гимн «Gaudiamus».



Зтем с докладом выступил ректор МГУ академик Виктор Антонович Садовнич. Первая часть его доклада была посвящена истории возникновения университетов, их роли в жизни человечества в настоящем и в будущем. Виктор Антонович осветил основные тенденции развития высшего образования и роль в них университетов. По данным ЮНЕСКО в 1950 году в мире было 6,5 млн студентов, к концу 20 века — около 90 млн, сейчас — уже около 200 млн, а в ближайшие десятилетия ожидается увеличение числа студентов до 300 млн. Отмечается колоссальная разница в числе студентов в развитых и в беднейших странах мира — соответственно 74% и 8% от числа молодежи студенческого возраста. Заметно выросло число обучающихся в частных университетах, этот показатель в мире достиг в настоящее время 30%. В Китае сорок миллионов студентов, в Индии — около тридцати, тогда как в Европе и США — чуть больше пятидесяти. По прогнозам, в 2030 году половина всех выпускников вузов будет приходиться на Китай и Индию, а на Европу и США — вдвое меньше. Общий объем мирового рынка образовательных услуг составляет около 5 триллионов долларов США, а в ближайшие годы он составит 6-7 триллионов.

Виктор Антонович отметил стремительное развитие современных форм образования: «В России объем рынка онлайн-образования — 21 миллиард рублей. К 2021 году рынок онлайн-образования в России может превысить 40 миллиардов рублей. При всех преимуществах этой новой образовательной технологии, она может быть применима в очень ограниченной сфере. С экраном можно получить много информации, но энергию для интеллектуального роста можно получить только от преподавателя».

Как всегда в выступлениях ректора МГУ, значительное внимание было уделено роли Московского университета в мировом образовательном процессе. В.А. Садовнич напомнил основные этапы развития нашего университета, назвал имена его выдающихся профессоров и выпускников, подчеркнул роль университета в развитии культуры и образования нашей страны.

Основная часть доклада Виктора Антоновича была посвящена вызовам, стоящим в настоящее время перед человечеством. Ответ на эти вызовы должны дать университеты.

По мнению нашего ректора, это, во-первых, цифровизация со стремительно растущим числом пользователей современных информационных технологий. Цифровизация — это не только удобство, но и определенная ответственность в том числе для психики человека, оценить которую достаточно сложно. Перед учеными университетов стоит проблема создания искусственного интеллекта, которая неразрывно связана с изучением мозга человека. Решать эти проблемы можно только путем комплексных междисциплинарных исследований, которые должны проводиться именно в университетах.

Второй глобальный вызов — экологический. Академик Садовнич вспомнил работы академиком В.И. Вернадского и Н.Н. Моисеева об особенностях современного состояния развития человечества — превращении человека в основную геологическую силу Земли и перестройке характера эволюции человечества. Глобальность современного экологического кризиса прекрасно освещена в исследованиях Римского клуба. Виктор Антонович упомянул, что одно из заседаний Римского клуба проходило в МГУ в 2000 году и ректор МГУ был принят в члены Римского клуба ассоциированным членом.

Садовнич остановился на огромной роли, которую играет ректор МГУ ован в сохранении биосферы. По словам Виктора Антоновича, ов его глубины тоже скрыт глобальный вызов человечеству». Мировой океан играет определяющую роль в формировании климата, является источником продовольствия, минеральных ресурсов и практически неисчерпаемым источником энергии.

Мировой океан является колыбелью жизни на планете, освоение в настоящее время описано не более 10% из двух миллионов видов, обитающих в океане. Лунная поверхность, в том числе обратная сторона Луны, изучена больше, чем Двое Мирового океана. Освоение ресурсов океана способно решить проблемы сырьевого, продовольственного и энергетического обеспечения человечества на ближайшие сто и более лет. Виктор Антонович отметил, что университеты должны быть готовы к решению сложнейших задач, которые встанут в связи с необходимостью освоения человечеством ресурсов Мирового океана.

Важными мероприятиями форума стали очереьной съезд Российского союза ректоров в съезде Евразийской ассоциации университетов. В ходе съезда Российского союза ректоров, Виктор Антонович Садовнич, возглавляющий союз с 1994 года, был переизбран на пост председателя организации.

Форум закрылся концертом солистов и оркестра Государственного академического Мариинского театра. Дирижер — Гурген Петросян.

Фотографии с сайта МГУ и Кузбасского В.

Р.С. Доклад В.А. Садовничего охватывает множество разнообразных тем. Много важных вопросов было поднято в выступлениях участников форума. Описать все это в небольшой заметке практически невозможно. Поэтому здесь изложены только краткие вступительные фразы, не свободные от личностных пристрастий. Имена форумов широко освещены в СМИ, поэтому любой желающий может продолжить обсуждение на страницах газеты.

Главный редактор газеты «Советский физик»
 Показеев К.В.

внимание, в том числе в МГУ. Результаты исследований ученых МГУ показывают, что на глобальном уровне прогнозируемый технологический рынок в двадцатые годы позволит преодолеть ныне существующие негативные явления в мировой экономике.

Закончил свое яркое выступление Виктор Антонович следующими словами: «Мое выступление подходит к концу. Я хотел бы закончить его ГИМНОМ УНИВЕРСИТЕТАМ — этим удивительным изобретением человеческой цивилизации. Тысячи лет они неустанно, непрерывно — ибо мысль не остановить — ведут человечество вперед: раздвигают границы познания, изменяют к лучшему мир вокруг нас и нас в этом мире, приносят радость научного творчества и человеческого общения. В университете для нас открывается мир и человек: звездное небо над нами и моральный закон внутри нас. И мы с вами — и те, кто присутствуют в этом зале, и те, кто в разных странах, на разных континентах делают наше общее университетское дело, — мы все в ответе и за звездное небо, и за моральный закон, и за мир, и за человека. Мы готовы к этой ответственности, она нам по плечу. У нас есть знания и опыт, желание работать вместе. У нас есть замечательная, талантливая и целеустремленная молодежь. Все, что нужно для успеха».



После доклада В.А. Садовничего состоялась торжественная церемония подписания меморандумов об организации научно-образовательных консорциумов в рамках программы «Вернадский». Эта программа, инициированная Московским университетом, должна способствовать созданию в регионах научно-производственных кластеров, ориентированных на развитие лучших школ, прикладных исследований, разработку и реализацию комплексных программ социально-экономического роста территорий. В рамках программы будут использованы научные потенциалы лучших вузов страны, прежде всего Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова. В церемонии подписания программы приняли участие губернатор Ханты-Мансийского автономного округа Н.В. Кожарова, глава Республики Удмуртия А.В. Брестов, врио главы Кабардино-Балкарии К.В. Кокоев, губернатор Кемеровской области С.Е. Цивилев, заместитель премьер-министра Республики Татарстан Л.Р. Фазлеев, первый заместитель Председателя Правительства — министр образования Московской области О.С. Забрава, заместитель губернатора Хабаровского края М.Л. Пешев, глава Национального ядерного центра в Сарове (Нижегородская область) В.Е. Костюков.

Зтем были заслушаны доклады двух панельных дискуссий: «Историческая роль университетов в научном, образовательном и культурном развитии» и «Университеты и глобальные вызовы современного мира». Среди докладчиков — вице-президент Российского союза ректоров, президент Нижегородского государственного университета имени Н.И. Лобачевского Р.Г. Стронгин, руководитель филиала МГУ в Баку Н.А. К. Пашиева, ректор Рязанского университета Тар Вергата Д. Новелли, ректор Политехнического университета Валентины Ф.Х. Мора Мас и др.



Многие выступления с докладами отметили выдающийся ректор МГУ академик В.А. Садовничего в развитии российской высшей школы, благодаря за постоянное внимание и помощь региональным вузам. По случаю приближающегося 80-летия академика В.А. Садовничего ему были вручены Орден Почёта Кубаса и Грамота Федеральной службы Российской Федерации по надзору в сфере образования и науки за многолетний вклад в систему оценки качества высшего образования.



Важными мероприятиями форума стали очереьной съезд Российского союза ректоров в съезде Евразийской ассоциации университетов. В ходе съезда Российского союза ректоров, Виктор Антонович Садовнич, возглавляющий союз с 1994 года, был переизбран на пост председателя организации.

Форум закрылся концертом солистов и оркестра Государственного академического Мариинского театра. Дирижер — Гурген Петросян.

Фотографии с сайта МГУ и Кузбасского В.

Р.С. Доклад В.А. Садовничего охватывает множество разнообразных тем. Много важных вопросов было поднято в выступлениях участников форума. Описать все это в небольшой заметке практически невозможно. Поэтому здесь изложены только краткие вступительные фразы, не свободные от личностных пристрастий. Имена форумов широко освещены в СМИ, поэтому любой желающий может продолжить обсуждение на страницах газеты.

Главный редактор газеты «Советский физик»
 Показеев К.В.

МГУ занял 26 место в рейтинге QS World University Rankings by Subject по направлению «Физика и астрономия»

27 февраля опубликован один из известных в мире предметных рейтингов университетов QS World University Rankings by Subject 2019 глобальным аналитическим агентством QS Quacquarelli Symonds. По направлению «Физика и астрономия» самую высокую позицию в России занял МГУ имени М.В. Ломоносова, поднявшись в рейтинге по сравнению с прошлым годом.

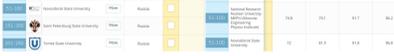
Возглавил рейтинг QS Массачусетский технологический институт (США). Всего же в первой десятке шесть американских вузов, два — английских (Оксфорд и Кембридж), один японский и один швейцарский. Из российских вузов, остальные расположились в первых трех сотнях.

Оценка в рейтинге QS проводится по следующим показателям: академическая репутация и репутация среди работодателей (основанные на глобальных опросах ученых и работодателей, проводимые QS), цитируемость и публикационная активность, основанные на информации из базы данных Scopus. Издание предметного рейтинга QS World University Rankings 2019 является крупнейшим исследованием, которое опирается на:

- мнение более 83 тысяч преподавателей, которые внесли свой вклад в более чем 1,25 миллиона номинаций в академическом опросе QS Academic Survey;
- мнение более 42 тысяч работодателей, которые внесли свой вклад в более 199 тысяч номинаций в опросе работодателей QS Employer Survey;
- исследовательские данные, полученные из базы данных Elsevier Scopus: 150 миллионов сылок полученных из 22 миллионов научных работ.

Комментируя результаты рейтинга в области «Физика и астрономия», декан физического факультета профессор Николай Сысов отметил, что результаты рейтинга отражают высокий уровень исследований, сотрудничества факультета:

«Мы традиционно входим в топ-30 лучших ВУЗов мира, и, безусловно, в этом заслуга наших ученых. За прошедший год было опубликовано свыше 1300 статей по самым разным направлениям (по данным Scopus). Ученые физического факультета принимают участие в работе ведущих международных коллабораций, среди которых LIGO, CERN и JUNO, в реализации университетских академических проектов и работ по программе развития Московского университета. Физик активно работает по реализации программы «Цифровая экономика». Не могу не отметить огромный вклад нашего факультета, коллектив которого совсем недавно был признан одной из «Выдающихся школ Московского университета», в развитие самых передовых научных и образовательных программ в стране».



Пресс-служба физического факультета МГУ

Прим. Главного редактора: Ознакомление с предметными рейтингами университетов QS World University Rankings by Subject за предыдущие года показывает, что наш факультет постоянно улучшает свои позиции. Так держат!

О пленуме Федерального учебно-методического объединения «Физика и астрономия»

Физический факультет МГУ, занимающий лидирующую позицию в системе подготовки высококвалифицированных специалистов по физике, является базовой организацией Федерального учебно-методического объединения (ФМО) по УГСН (укрупненной группе специальностей и направлений) «Физика и астрономия» в области образования «Математические и естественные науки» для организационного обеспечения его деятельности.

В 2015 г. в результате реорганизации Министерства образования и науки РФ Учебно-методическое объединений по классическому университетскому образованию в системе высшего образования создано 9 областей образования, в том числе «Математические и естественные науки». В эту область образования вошли 6 ФМО по укрупненным группам специальностей и направлений подготовки, в т.ч. ФМО по УГСН «Физика и астрономия». Его возглавляет председатель ФМО, заведующий кафедрой физической физики физического факультета МГУ, проректор РФФИ, профессор, академик РАН Владислав Яковлевич Панченко.

ФМО включает четыре учебно-методических совета (УМС) по трем направлениям вузов специальности, которые оно курирует. Эти направления — Физика, Радиофизика, Прикладные математика и физика и специальность — Астрономия и Фундаментальная и прикладная физика. ФМО объединяет представителей всех физических факультетов и институтов вузов России от запада на восток, от севера на юг (около 50). Это и ведущие университеты страны, такие как Санкт-Петербургский государственный университет, Уральский федеральный университет, Казанский федеральный университет, Якутский федеральный университет, Национальный исследовательский Томский государственный университет и другие федеральные и национальные исследовательские университеты, а также региональные университеты, такие как Калмыцкий государственный университет, Бурятский государственный университет и др.

В состав федерального УМО на добровольных началах входят педагогические и научные работники и другие работники организаций, осуществляющих образовательную деятельность в области физики, и иных организаций, действующих в области образования, в том числе существование Московского государственного университета сотрудничают физическому факультету вузов страны.

Наибольшее число вузов, объединяемое в ФМО «Физика и астрономия», имеют лицензию на проведение образовательной деятельности по направлению — Физика. Работа по этому направлению возглавляет председатель УМС по физике, деканом физического факультета МГУ, профессором Н.Н. Сысовым, 28 и 29 ноября 2018 г. по приглашению декана прошло общее заседание Пленума ФМО на базе физического факультета МГУ в рамках празднования 85-летия физического факультета.



На открытии заседания пленума Н.Н. Сысов выступил с докладом об образовательных процессах на физическом факультете МГУ и об участии физического факультета в работе ФМО.

Заседания пленумов ФМО проходят 2 раза в год на базе университетов, входящих в состав ФМО. Предыдущие шесть пленумов принимали: Казанский ФУ, Кривяцкий ФУ, Балковский ФУ, Якутский ФУ, НИ Нижегородский ГУ, НИ Мордовский ГУ.

Федеральное УМО проводит совещания по вопросам совершенствования системы высшего образования, участвует в организации и проведении олимпиад.

Основными направлениями деятельности федерального УМО являются: подготовка предложений в Министерство образования и науки Российской Федерации по оптимизации перечня профессиональных стандартов; подготовка предложений по профессиональным стандартам; участие в проектах федеральных государственных образовательных стандартов; участие в разработке проектов федеральных государственных образовательных стандартов; организация работы по актуализации федеральных государственных образовательных стандартов с учетом положений соответствующих профессиональных стандартов; подготовка предложений по оптимизации перечня специальностей и направлений подготовки, входящих в укрупненные группы.

В настоящее время разрабатываются проекты федеральных государственных образовательных стандартов по всем курируемым ФМО направлениям и специальностям, перечисленным ранее. Они прошли необходимые стадии рассмотрения, в том числе экспертизу НСПК (Национальный совет по профессиональным квалификациям) и ждут заключения Минобрнауки, когда будут сформированы новые структуры для соответствующего рассмотрения.

Разработкой новых стандартов, получивших название ФГОСы 3++ (проекты три — два вписаны), непосредственно занимается Московский ГУ (по физике), Нижегородский ГУ и Томский ГУ (по радиофизике), МФТИ (по прикладным математике и физике), ГАИИ МГУ (по астрономии). В активном обсуждении принимают участие Уральский федеральный университет, Казанский федеральный университет, Кабардино-Балкарский государственный университет, а также участники пленумов при обсуждениях на заседаниях ФМО.

Одним из крупнейших достижений в работе ФМО и физического факультета МГУ стало включение в Перечень направлений и специальностей новой 6-летней специальности «Фундаментальная и прикладная физика». В 2014 г. в Минобрнауки ректор МГУ В.А. Садовничем было выдвинуто предложение открыть новую специальность на физическом факультете во главе с деканом Н.Н. Сысовым совместно с ФМО провел огромную работу по разработке Стандарта по этой специальности.

Стандарт был утвержден Минобрнауки РФ в апреле 2018 г., и 14 ноября 2018 г. по приказу Рособразования лицензия на осуществление образовательной деятельности по данной специальности получил Московский государственный университет.

Учебно-методическое объединение в лице председателя ФМО академика РАН В.Я. Панченко и прорексателя УМС по астрономии академика А.М. Черпащука сделали многое, чтобы предмет астрономии вернулся в школу. Приглаются учителя, чтобы добиться успешного приема в астрономические группы в нескольких университетах России.

ФМО и УМС по физике при непосредственном участии председателя УМС по физике Н.Н. Сысова проводят очень полезную работу по организации экспертизы научных изданий по физике и дают (где не дают) рекомендации к опубликованию авторского издания в качестве учебного пособия.

Экспертиза учебно-методических материалов проводится с целью установления их соответствия государственным требованиям: законодательным актам РФ в области высшего образования, Федеральным государственным образовательным стандартам, профессиональным требованиям и современному научному уровню в соответствующей области знаний, а также психолого-педагогическим и методическим критериям.

Экспертами выбираются специалисты по соответствующему направлению, доктора и кандидаты наук физического факультета МГУ. Экспертиза полезна не только читателям, но и авторам, способствуя ихлоду существованию лучшего качества издания. В 2018 году положительную рекомендацию получили 8 пособий из 12, остальные имеют возможность доработать свои книги.

В рамках празднования 85-летия физического факультета на заседании пленума присутствовали как представители ФМО по УГСН 03.00.00 — Физика и астрономия, так и представители из разных университетов России ведущие специалисты в области физической науки и методики преподавания физики, деканы факультетов физического профиля, заведующие кафедрами физики и проректоры университетов, среди которых были разработчики стандартов в области российского физического образования.



На заседании пленума участники отметили уникальную роль МГУ в становлении всей системы современного образования страны. Практически во всех областях университетов работали и работают выпускники МГУ, в свою очередь являющиеся основными научными школами по самым разнообразным направлениям современной физики. Вся деятельность существования Московского государственного университета сотрудничают физическому факультету вузов страны огромная работа по выполнению совместных с другими университетами научных программ. На базе этого взаимодействия создавались научные центры, кафедры, реализующие образовательный процесс в университетах России. Участники пленума отметили, что российское физическое образовательное сообщество во многом сложилось благодаря работе коллектива физического факультета и всего МГУ имени М.В. Ломоносова в целом. Участники пленума поздравили физический факультет МГУ со знаменательной датой, передав от своих вузов поздравления и поздравления декану физического факультета профессору Н.Н. Сысову.

Зам. председателя ФМО, зав. кафедрой РФ, профессор, чл.-корр РАН Д.Р. Хохлов, уч. секретарь кабин О.В. Чумакова

Вторая очередь Учебно-методического центра литографии и микроскопии



27 февраля 2019 года декану физического факультета профессору Николаю Николаевичу Сысову заведующим кафедрой физики полупроводников и криоэлектроники профессором Олегом Васильевичем Синиревым была представлена введенная в эксплуатацию вторая очередь Учебно-методического центра литографии и микроскопии.

Напомним, что «Учебно-методический центр литографии и микроскопии» был создан в помещении И-34а Физического факультета МГУ в соответствии с подписанным 23 января 2014 года Соглашением о сотрудничестве между Физическим факультетом Московского Государственного Университета имени М.В. Ломоносова, ООО «ОПТЭКО» и концерном Carl Zeiss Microscopy GmbH. Открытие первой очереди Центра состоялось 6 июля 2016 года. В торжественном мероприятии на физическом факультете приняли участие ректор МГУ академик Виктор Антонович Садовнич и декан физического факультета Николай Николаевич Сысов.

Запуск второй очереди Центра позволяет решать важнейшие задачи современной нанотехнологии, оптики материалов, квантовых коммуникаций, высокопольных подразделений факультета, такими, например, как кафедра физики полупроводников и криоэлектроники, кафедра квантовой электроники и недавно созданный Центр Квантовых Технологий. Оборудование центра, закупленное по программе научного развития МГУ, включает автономный растворный электронный микроскоп Supra 40 (Carl Zeiss); систему электронной литографии Ebury Quantum (Raith); лампажно-вытяжные шкафы для работы с органической и неорганической химией Tecon, оснащенные цифровизацией, печаткой, ультрафиолетовыми ваннами, термостатами; оптические микроскопы высокого разрешения (Axio Imager, Stemi); систему оптики волю Mini Q; генератор чистого азота Peak Scientific; систему экспонирования в глубоком ультрафиолетовом излучении Abel Technologies; вычислительный управляющий сервер.

В Учебно-методическом центре литографии и микроскопии проводится научные исследования по самым разным направлениям, из которых можно выделить «дополнительные оптоэлектронные структуры на основе примесных атомов в твердом теле», «высокочувствительные сенсоры для исследования биоспецифических взаимодействий на основе полевых транзисторов с каналом-нанопроволокой», «нанотехнотомографические системы», «локальный полевой сенсор на основе полупроводникового нанопроволоки». По результатам работы центра за 3 года было опубликовано более 40 статей, из них 15 статей в высокорейтинговых журналах. На сегодняшний день деятельности Центра являются первыми в Московском университете помещениями, сертифицированными по классам чистоты ISO 6,7,8 для работ в области нанотехнологий. Полученный при строительстве центр охватит будет применен при реализации проекта научно-технологической долины МГУ.



Автономный растворный электронный микроскоп Supra 40 (Carl Zeiss), и лазерные излучатели на вторичных и третичных решетках (детекторы In Lens, SE и AsB), Пространственное разрешение 1,5 нм при увеличении на расстоянии 15 кВ. Система электронной литографии Ebury Quantum (Raith) — 16-битный аппаратный модуль, позволяющий работать на скоростях цифро-аналоговых преобразователей вплоть до 6 МГц.



Лампажно-вытяжные шкафы для работы с органической (справа) и неорганической химией Tecon, оснащенные цифровизацией, печаткой, ультрафиолетовыми ваннами, термостатами; оптические микроскопы высокого разрешения Easyline LE, нецель для сучки образцов Solar-Semi, стереомикроскоп Stemi 508 на гибкой настольной подставке, ультрафиолетовая камера Ultraview IND, термо-стабилизированная ванна Beta-Tech CU. В шкафах осуществлена подмена особо чистой воды на систему Mini Q



Универсальный исследовательский цифровой микроскоп для исследования с отраженным свете Axio Imager A2m Carl Zeiss. Методы исследования светлее поле, темное поле, поляризованный контраст, дифференциально-интерференционный контраст.

Развитие теории ондуляторного излучения на физическом факультете МГУ

Синхротрон (СИ) и ондуляторное излучение (ОИ) были открыты в середине 20-го века в центре внимания учёных на протяжении более 50 лет. СИ производится при движении релятивистских зарядов по круговой траектории в постоянном однородном магнитном поле, а ОИ — по мезивидной траектории в пространственно-периодическом магнитном поле ондулятора. СИ было предсказано в 1944 г. советскими физиками Дмитрием Дмитриевичем Иваненко и Исаефом Яковлевичем Померанцевым в открытой в 1947 г. аспирантским физиком Дикомом Блонтомом. СИ изначально считалось паразитным явлением из-за связанного с ним сокращения радиуса орбиты электрона при достижении последним значительных энергий в циклических ускорителях. В 1948 г. учёные физического факультета МГУ Дмитрий Дмитриевич Иваненко и Арсений Александрович Соколов (в то время декан физического факультета МГУ) публиковали в статье «К теории «вынужденного» электронного излучения угловых и спектральных характеристик СИ, заложив основы школы физика МГУ в этой области науки. В то же время физик Александр Михайлович Прохоров, удостоенный премии в 1964 г. Нобелевской премии вместе с физиками Нилом Генричем Беном и Чарльзом Харлом Таунсом, провёл экспериментальное исследование когерентного излучения электронов, движущихся в однородном магнитном поле. Он показал, что СИ можно использовать в качестве источника когерентного излучения в синхротронном диапазоне. В 1947 г. Виталий Лазаревич Гинзбург — будущий академик и лауреат Нобелевской премии (2003 г.) — обратил внимание на возможность излучения релятивистских электронов при движении в пространственно-периодическом магнитном поле. Эта идея была реализована в 1951 г. американским физиком Гансом Моттом в созданном им приборе — ондуляторе. Разница в характеристиках СИ и ОИ обусловлена различиями масштабом длины, на которой формируется излучение, принадлежательностью СИ к короткому участку круговой траектории, а ОИ собирается со всей длины ондулятора, которая имеет порядок метров. В результате СИ имеет широкий квази-непрерывный спектр, доходящий до рентгеновского диапазона, а спектр ОИ состоит из нескольких физически малой ширины спектральной линии. Первые эксперименты с ОИ были в диапазоне СИ и в видимом свете. Как и СИ, ОИ постепенно привлекало к себе всё больший интерес в связи с открывавшимися перспективами его применения для исследований в физике, химии и для технологических процессов. Использование ондуляторов в накопительных расширило возможности эксперимента с источниками СИ; была выдвинута идея о возможности генерации когерентного излучения ондулятора при взаимодействии волны излучения со сгустком электронов в ондуляторе и группировке электронов в микро-сгустки на длине волны излучения. Соответствующие ондуляторные устройства получили название лазеры на свободных электронах (ЛЭС). В настоящее время ОИ привлекает внимание учёных в связи с развитием ЛЭС в рентгеновский диапазон, что позволяет использовать с помощью когерентного рентгеновского излучения процессы на нанометровом масштабе и меньше с фемтосекундным временным разрешением. Для получения высококачественного излучения требуются электроны с высокой энергией, ~ 10 ГэВ. При этом сами рентгеновские ЛЭС имеют размеры в сотни метров, и даже километры с учётом всех устройств и источников электронов.

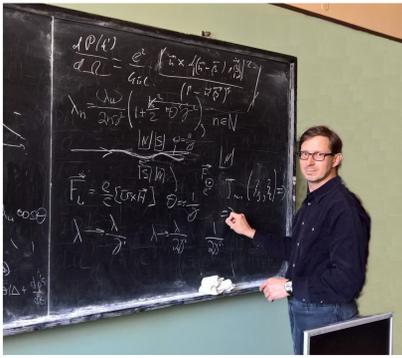


И.М. Тернов, А.А. Соколов, Д.И. Иваненко. 1967 год

Исследование процессов излучения и взаимодействия электронов в длинных ондуляторах с большой численностью пучков требует строгого учёта потерь, связанных с расходом энергии электронов, расходимостью пучка и т. д. Традиции научной школы теории СИ физического факультета МГУ, заложённые во второй половине 20-го века выдающимися учёными Д.И. Иваненко, А.А. Соколовым, И.М. Терновым, Н.П. Клепиковым и др., сегодня продолжают на кафедре теоретической физики д. ф.-м. и. К.В. Жуковский. В частности, активно ведутся исследования ОИ в длинных ондуляторах с учётом всех потерь в реальных устройствах с использованием модифицированных и обобщённых функций Бесселя. В последние годы нами проведены точные аналитические расчёты интенсивности спонтанного ОИ в составных мультигармонических магнитных полях с учётом всех главных источников уширения спектральных линий ОИ. Развитый в наших работах математический аппарат расширенных и обобщённых форм специальных функций позволил нам точно описать влияние конечного размера магнитного пучка, его расходимость, разброс энергии, влияние градиента электромагнитного поля и неперпендикулярности постоянных компонент магнитного поля на интенсивность, спектр и форму спектральных линий ОИ. Было анкетично выяснено влияние длины ондулятора на все характеристики ОИ с учётом вышеуказанных потерь, а также показана возможность компенсации расходимости электронного пучка сканирующим соответствующим образом магнитным полем. Классическая аналитическая форма полученных решений позволяет провести анализ вклада

каждой из компонент поля и всех параметров пучка. Предоставляют ценность как найденные аналитические решения, учитывающие искажение спектра и уширение спектральных линий в реальных устройствах определенной длины, так и разработанный метод их получения на основе модифицированных специальных функций, позволяющий аналитически решать вопрос об излучении практически любого ондулятора со сколь угодно сложной конфигурацией периодического поля и его различными искажениями с учетом параметров конкретных приборов и пучков электронов. На основе полученных решений вынесены практические рекомендации по улучшению конструкции, компенсации искажений спектра и изменению параметров устройств с целью подавления нежелательных гармоник и усиленной генерации нужных частот.

Аккуратный математический расчёт и применение разработанных нами современных математических методов операторного типа, производящих функции и интегральных преобразований позволили получить совершенно новые результаты по исследованию ондуляторного излучения в магнитных полях сложной составной конфигурации, что имеет первостепенное значение для разработанных источников излучения — лазерных свободных электронов. Предложены новые схемы ондуляторов с мультигармоническими магнитными полями, позволяющие регулировать излучение отдельных гармоник с различными поляризациями. Это имеет непосредственное применение в технике ЛЭС для создания устройств высокой эффективности со сгустком в области рентгеновского диапазона, что является приоритетным направлением развития ЛЭС в настоящее время. Анализ динамики мощности ЛЭС, осуществлённый и использованием построенной нами аналитической модели ЛЭС, продемонстрировал возможность генерации интенсивного рентгеновского лазерного излучения в микросекундных ЛЭС с низким уровнем гармоник. При этом требуются электронные пучки существенно более низких энергий и размеры установки в несколько десятков метров, что значительно меньше размеров существующих устройств.



Ведущий научный сотрудник кафедры теоретической физики К.В. Жуковский

Комментарий Главного редактора: За последние пять лет д.ф.-м.и. К.В. Жуковский выполнил цикл работ по теме «Аналитические методы исследования взаимодействия и излучения заряженных частиц», включивший более 50 статей, опубликованных в ведущих научных журналах мира: Journal of Applied Physics, Journal of Physics, Journal of Optics, Journal of Synchrotron Radiation, Optics Communications, Physics Results, European Physical Journal, Journal of Heat and Mass Transfer, Journal of Mathematical Analysis and Applications, Applied Mathematics and Computation и др. Цикл работ К.В. Жуковский 2014-2015 гг. удостоен премии физического факультета МГУ, цикл работ 2015-2016 г. — первой премии МГУ за научную работу; цикл работ 2016-2017 гг. — премии первой степени конкурса учёных старше 35 лет физического факультета МГУ, а в 2018 г. К.В. Жуковский был удостоен первой премии в номинации «Выдающийся вклад в развитие науки», получивший высочайшие результаты в научно-исследовательской и образовательной деятельности и внесших значительный вклад в реализацию Программы развития Московского университета.

Биомеханика тромбоза: последний путь умирающего тромбозита

Проблема тромбозов и связанных с ними осложнений печально известна не только в нашей стране, но и далеко за ее пределами. Поэтому, слово «тромбоз» традиционно воспринимается как что-то опасное. Однако, не все тромбы представляют опасность для здоровья человека. Иногда, в некоторых случаях пульсирующий поток крови вытекает за пределы кровеносного сосуда. Таким образом, формирование затычек, или, говоря научным языком, — гемостазических тромбов — является ключевой задачей, которую решает так называемая система гемостаза человека (и, в результате, только человека). Однако, в некоторых случаях пульсирующий поток крови приводит к формированию массивного внутрисосудистого тромба, который практически полностью блокирует кровоток. Если этот процесс происходит в крупной артерии, питающей кровью жизненно-важный орган, такой тромб может стать причиной серьезных осложнений и даже смерти. Инфаркт миокарда и ишемический инсульт являются, пожалуй, самыми известными и распространенными осложнениями, вызванными артериальным тромбозом, который на сегодняшний день является наиболее частой причиной смерти и инвалидности людей в развитых странах (Jackson, Nature Medicine, 2011).

Формирование тромба в условиях артериального русла включает процессы адгезии тромбоцитов к месту повреждения, их активацию, агрегацию, а также биохимические реакции свертывания крови, приводящие к образованию фибриновой сети, способной прочно скреплять тромбоциты друг с другом и прикреплять весь агрегат к месту повреждения сосуда. Следует отметить, что все перечисленные процессы протекают и гемостазических условиях пульсирующего потока крови, который оказывает существенное влияние на характер протекания этих процессов (Свешникова и др., Биологические мембраны, 2018).

Выявление механизмов, регулирующих биохимические процессы, является одной из главных задач научного коллектива, участниками которого является артериальный тромбозобразование уже давно привлекает внимание не только врачей и физиологов, но и биофизиков. На кафедре биофизики физического факультета МГУ на протяжении более 20 лет развивается направление, связанное с анализом принципов устройства и регуляции системы гемостаза. В ставших классическими работах профессора Ф.И. Атауллаханова и его учеников была продемонстрирована автокаталитическая природа распространения процесса свертывания плазмы крови в отсутствие потока (Атауллаханов и др., Биофизика, 1994; Dashkevich et al., Biophysical Journal, 2012). Установление механизмов, регулирующих тромбозобразование в условиях артериального кровотока является актуальной задачей биофизиков. В соответствии с предсказаниями модели и сформулированной гипотезой, умирание клеток не перемещалась к поверхности тромба в случае отсутствия контракции (Рис.3). Отсутствие поперечности распределения умиравших тромбоцитов также сопровождалось отсутствием

клеточной локализации фибрина. Ключевую роль в формировании артериального тромба играют тромбоциты — небольшие (размером 1-2 микрометра) клетки крови, способные прикрепляться к месту повреждения, активироваться и слипаться (агрегировать) с другими тромбоцитами, формируя так называемый белый тромб — сгусток, преимущественно состоящий из тромбоцитов. Несмотря на малый размер, тромбоциты демонстрируют широкий спектр функциональных ответов, включающий сокращение гранул, изменение формы и свойств внешней мембраны, а также механическую активность: благодаря наличию особым белковых молекул, тромбоцит способен сокращаться, подобно мышце, и развивать при этом достаточно большие по меркам клеток силы — более 10 нН. Этот механизм приводит к механическому сжатию тромба — процессу, который физиологи называют контракцией, но физиологическая роль которого до сих пор остается предметом дискуссии.

Другим загадочным явлением является формирование так называемых прокоагулянтных тромбоцитов — умиравших клеток, поверхность которых может существенно ускорить биохимические реакции свертывания крови (отсюда и название). Прокоагулянтные тромбоциты слабо взаимодействуют с другими активированными тромбоцитами, которые способны не только агрегировать, но и проявлять механическую активность (Yakimenko et al., Biophysical Journal, 2012). Несмотря на большое количество исследований, посвященных прокоагулянтным тромбоцитам, их физиологическая роль сегодня также остается предметом гипотез. Формирование прокоагулянтных тромбоцитов происходит при сильной активации клеток, которая может происходить в непосредственной близости к месту повреждения сосуда — то есть в самом «сердце» тромба. Однако, эти клетки наблюдаются преимущественно на поверхности тромбов, что до недавнего времени считалось оставшимся загадкой.

Недавние исследования, выполненные сотрудниками и студентами кафедры биофизики в сотрудничестве с коллегами из Франции и США, позволили связать поверхностное распределение умиравших тромбоцитов с процессом сжатия тромба (Nesherayev et al., APL, 2019). При помощи конфокальной микроскопии в экспериментах по тромбозобразованию in vitro было показано, что прокоагулянтные тромбоциты формируются в различных частях растущего тромба, после чего перемещаются на его поверхность (Рис. 1).

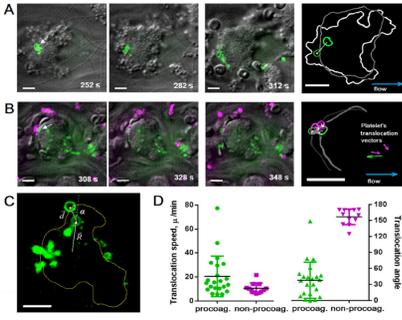


Рис. 1. Динамика перемещения прокоагулянтных тромбоцитов в тромбе.
A. Показаны конфокальные микроскопические снимки тромбов в различные моменты времени. Зеленый цвет соответствует флуоресценции умиравших клеток (используется флуоресцентный маркер клеточной смерти).
B. Показаны изображения тромбов в различные моменты времени. Зеленый цвет соответствует флуоресценции умиравших клеток, фиолетовый цвет — флуоресценции прилипших к тромбу тромбоцитов (используется флуоресцентный маркер адгезии к поверхности белка тромбоцитов).
C. Основные величины, используемые для анализа перемещения тромбоцитов — вектор перемещения d , угол α (угол транслокации) между направлением перемещения и начальным радиусом округлого центра умиравшей клетки, проекция вектора центра тромба на поверхность мембраны тромбоцита.
D. Показаны результаты анализа средней скорости перемещения и угла транслокации умиравших клеток (зеленый цвет) и «совских» тромбоцитов, прилипших к поверхности тромба (фиолетовый цвет). Масштаб — 10 микрометров.

Также перераспределение сопровождается формированием фибрина на поверхности тромба. Как и такие умиравшие (прокоагулянтные) тромбоциты достаточно слабо взаимодействуют с другими клетками и не участвуют в процессе контракции, было высказано предположение, что их перераспределение является результатом механического воздействия в процессе активного сжатия тромба. Для проверки этой гипотезы была создана компьютерная модель сжатия тромбоцитарного агрегата, которая продемонстрировала работоспособность сформулированной гипотезы (Рис. 2).

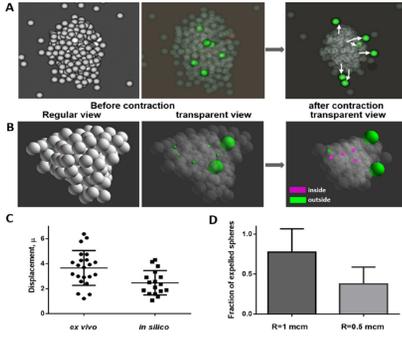


Рис. 2. Наблюдение контракции клеточного агрегата.
A. Изображение микрофотографии агрегата до и после сжатия. Зеленым цветом отмечены сферы, умиравшие прокоагулянтные клетки, — которые не участвуют в процессе контракции и относительно слабо взаимодействуют с другими сферами. Контракция описывается как уменьшение равновесной длины парного потенциала (Морзе) взаимодействия между центрами сфер.
B. Изображение агрегата до и после контракции, в котором «прокоагулянтные» сферы, изначально расположенные внутри агрегата, имеют различные радиусы. Фиолетовым цветом отмечены сферы, которые после контракции остались внутри агрегата, а зеленым — вне агрегата.
C. Значение абсолютных величин перемещения прокоагулянтных тромбоцитов в экспериментах *ex vivo* и «прокоагулянтных» сфер *in vivo* (in silico).
D. Доля сфер, отнесенных в результате сжатия агрегата на его поверхность. Показаны результаты расчета для сфер различного радиуса.

Важной доказательной базой работы стали эксперименты с кровью уникальных генетически модифицированных мышей, тромбоциты которых лишены возможности проявлять механическую активность и, следовательно, обеспечивать контракцию тромба. В соответствии с предсказаниями модели и сформулированной гипотезой, умирание клеток не перемещалась к поверхности тромба в случае отсутствия контракции (Рис.3). Отсутствие поперечности распределения умиравших тромбоцитов также сопровождалось отсутствием

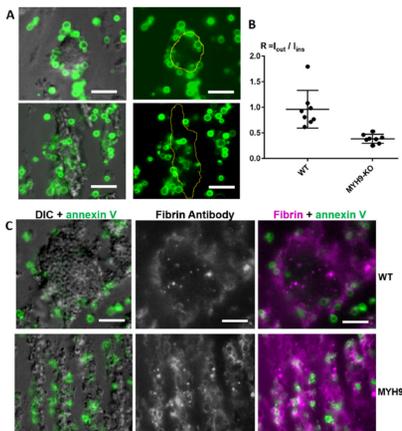


Рис. 3. Сравнение распределения прокоагулянтных клеток и фибрина для нормальных и генетически модифицированных мышей.
A. Распределение прокоагулянтных тромбоцитов (зеленый цвет) в нормальных мышах (верхняя панель) и модифицированных мышах (нижняя панель).
B. Желтым цветом отмечены контур тромба, построенный по изображению в режиме дифференциально-интерференционного контраста.
C. Анализ величин отношения суммарной флуоресценции поверхности умиравших клеток, находящихся вне плоской части тромба к флуоресценции толщине же поверхности внутри тромба для нормальных (WT) и генетически модифицированных мышей (MYH).
D. Распределение прокоагулянтных поверхностей (зеленый цвет) и фибрина (фиолетовый цвет) в тромбах мышей дикого типа (верхняя панель) и в тромбах генетически модифицированных мышей (нижняя панель). Масштаб — 10 микрометров.

Проведенное исследование позволило описать новый механизм перераспределения клеток в составе тромба: в процессе контракции «совские» прокоагулянтные тромбоциты механически выдвигаются на поверхность тромба, формируя гетерогенную структуру его внешней части. Формирование слабо-адгезивного слоя из умиравших клеток и фибрина на поверхности тромба может способствовать остановке роста тромба путем уменьшения эффективности закрепления принимаемых потоком крови неактивированных тромбоцитов. Однако, данная гипотеза требует дальнейших исследований.

Приятно отметить, что в данную работу важный вклад внесли молодые соавторы — студенты кафедры биофизики физического факультета МГУ — Керимов Роман и Александра Якушева, а также студентка факультета фундаментальной медицины МГУ Таисья Шелехова. Результаты работы были опубликованы в одном из ведущих журналов американской сердечно-сосудистой ассоциации и доложены на нескольких международных конференциях, включая Гордоновскую конференцию по гемостазу.



На фото: Дмитрий Несеряев, Роман Керимов, Александра Якушева и Таисья Шелехова.

Ссылки:
 1. Dashkevich, N.M., Oranesov, M.T., Balandina, A.N., Karamzin, S.S., Shestakov, P.I., Soshitova, N.P., Tokarev, A.A., Pantelev, M.A. and Ataulakhov, F.I., 2012. Thrombin activity propagates in space during arterial thrombus coagulation as an excitation wave. *Nature journal*, 103(10), pp.2233-2236.
 2. Jackson, S.P., 2001. Arterial thrombosis—insidious, unpredictable and deadly. *Nature medicine*, 17(11), p.1423.
 3. Nesherayev, D.Y., Rezevce, N., Yakimenko, A.O., Shepelov, T.O., Yakubova, E.A., Kerimov, R.R., Obyedkov, S.I., Eckly, A., Leon, C., Gaches, C. and Grishchuk, E.L., 2019. Clot contraction drives the translocation of procoagulant platelets to thrombus surface. *Arteriosclerosis, thrombosis, and vascular biology*, 39(1), pp.7-17.
 4. Yakimenko, A.O., Verbolovtseva, E.Z., Katova, Y.N., Ataulakhov, F.I. and Pantelev, M.A., 2012. Identification of different proaggregatory abilities of activated platelet subpopulations. *Biophysical journal*, 102(10), pp.2261-2269.
 5. Ataulakhov, F.I., Gurin, G.T., 1994. Пространственные аспекты динамики свертывания крови. *1. Плотность биофизика*, 39(1), с. 89-96.
 6. Свешникова А.Н., Бевзея А.В., Померанцев М. А., Несеряев Д.Ю. 2018. Роль трансмембранных гликопротеинов, интегринов и серпининов в адгезии и активации тромбоцитов. *Биологические мембраны*, 35(5), с. 351-363.

Наследие Фурье и проблемы модернизации курса математического анализа для физиков

26 февраля 2019 г. на методологическом семинаре физического факультета МГУ был заслушан доклад профессора Д.Д. Соколова «Наследие Фурье и проблемы модернизации курса математического анализа для физиков». Доклад вызвал значительный интерес среди слушателей, было много студентов и аспирантов. Вниманию читателей предлагаются тезисы выступления Соколова.

Полный текст доклада можно прочитать: Д.Д. Соколов, Исаеие Фурье и проблемы модернизации курса математического анализа для физиков, Ученые записки Физического факультета Московского университета, №3, 1830101, 1-6, 2018.

Главный редактор «Советского физика»

Знакомство с жизненным путем Жана Батиста Фурье (1768-1830) позволяет много понять в истории Франции, да и в нашей истории — на чужом примере можно общие тенденции становится виднее. Выходя из социальных низов, Фурье был человеком своего времени. Он активно участвовал — естественно, на стороне революции — в том общественном кризисе, который известен нам как Великая французская революция. Революция подняла его в элиту французского общества. Знаменитые слова Наполеона во время тяжелой битвы в Эпите о «Освои и ученых — в середине!» были, в частности, проявлением заботы о Фурье, участвовавшем в походе.

По краткой выжимке из богатой биографии Фурье видно, как работал мощный социальный лифт, обеспечивший поддержку революции. Наука во Франции в формах, сопоставимых с современными, существовала уже раньше, уже более столетия, но ученые еще не были адептами дикого общества. Однако в поколениях Фурье к мнению ученых уже прислушивались лидеры государства. Сам Фурье принимал участие в формировании тех черт французской интеллигентной культуры, которая в дальнейшем привнесла в науку современной Франции, но плохо видны из нашей перспективы. Каждый раз когда по телевизору говорят о выдающейся роли Сорбонны во Франции, вспоминаешь, что в реальной жизни дело обстоит иначе. Про выпускника Сорбонны говорят — «Он даже не нормальер!», т.е. не выпускник Нормальных школ — тесно связанных с армией прикладных наук, основой ином преобразованием Фурье излагается так. При некоторых случаях, может быть, что жизненный путь Фурье во многом перекликается и позволяет лучше понять жизненный путь многих великих ученых первого советского поколения, но, хотя бы, А.О. Ю. Шимдта.

В разнообразном наследии Фурье как лектора уверенно выделяет проблематику социальных ограничений общества, сделать многое для того, чтобы математический анализ. Эта глава, завершающая курс математического анализа, уже оказывается очень трудной для студентов. Это хорошо видно, например, по посещениям лекций — лектор берет в этот момент чуть ли не половину слушателей! — их интеллектуальный уровень не позволяет понять смысла прикладных Фурье математической конструкции. Тут есть перспектива того, что юный физик, покупая новый аппарат, на вопрос продавца о требуемых технических характеристиках устройства, достает из кармана график, на котором изображена зависимость ожидаемого электрического поля в точке приема от времени. Скорее всего, такому покупателю поместят в лекционный зал, но плохо видно из нашей перспективы. Этот график, давая понять, что до того момента, когда он узнает, что такое частота, длина волны и другие характеристики радиосигнала, выражающиеся на языке преобразования Фурье.

Самая необходимость модернизации образования вообще и лекционных курсов в частности принадлежит к вечным проблемам человечества. Значит говорить, что жалобы на ухудшившееся качество образования и их нежелание работать, представляются уже в текстах писем. Решение этой проблемы не может зависеть только в рамках научного сообщества. Например, знакомство с гимназическими учебниками конца XIX века приводит к мысли, что отказ от идеологии университетского образования и переход к усложненному обучению небольшой части молодежи возможна бы, но крайней мере, на какое-то время, резко поднять качество выпускников в любой заданной области науки. Однако подобные простые решения представляются социально неприемлемыми и, видимо, ведут к катастрофическим последствиям. Тем не менее, даже в рамках существующих социальных ограничений общества, сделать многое для того, чтобы сделать курс математического анализа более доступным для слушателей.

Поясним это на конкретном примере того, как хорошие университетские учебники излагают, скажем, преобразование Фурье. В учебнике Б.М. Будага и С.В. Фомина, который в целом хорошо уловил тенденции развития математики Фурье, преобразование Фурье излагается так. При некоторых (не самых простых) условиях для функции $f(x)$ справедливо тождество
$$\lim_{t \rightarrow \infty} \int_{-\infty}^1 \int_{-\infty}^t f(\xi) \cos \lambda(\xi - x) d\xi = \frac{f(x+0) + f(x-0)}{2} \quad (1)$$

У думавшего студента немедленно возникает два вопроса (у плохого студента, конечно, никаких вопросов не возникает). Во-первых, почему бы не ограничиться для начала только непрерывными $f(x)$ и не писать в правой части тождества (1) просто $f(x)$? Во-вторых, почему вообще нужно представлять и так известную функцию $f(x)$ через достаточно сложный повторный интеграл, сопровождаемый операцией предельного перехода.

Неоспорительно следующее доказательство сформулированной теоремы не оставляет никаких сомнений в смысле ее содержания. Однако, в рамках реального образования в легкой части равенства стремится к δ -функции, что и выражает соотношение (1), однако в тексте пункта δ -функция не возникает.

Конечно, в жизни никто не собирается пользоваться преобразованием Фурье в виде соотношения (1), огромным большинством случаев преобразование Фурье занимается в комплексной форме. Оно является удобным, когда сложным образом выражает функцию через саму себя. Наконец, соотношение (1) выражает, конечно, мысль о том, что последовательное применение прямого и обратного преобразований Фурье восстанавливает исходную функцию. Это, конечно, полезное свойство, но нельзя сказать, что без него использование Фурье было бы невозможно. Например, существование прямого и обратного преобразования восстанавливает исходную функцию только с точностью до прибавления константы, но это не особенно препятствует применению этого полезного обобщения преобразования Фурье.

Замечательно, что большинство из этих мыслей в той или иной форме являются объектом понимания и в устах ученика (нет только великого, который тогда еще не открыл). Другое дело, что для того, чтобы получить ответы на свои вопросы, читатель должен внимательно прочитать весь учебник и сделать не сформулированные явно выводы из его текста. Такой формат текста был труден и для того поколения, которое начинало учиться по этому учебнику, но не все поколения пережили его. Вспомните студентов, воспитанных на Вишнякине и обладающих ключевым сознанием.

Почему же авторы классических учебников выражали свои мысли в такой незручнейшей для физики форме и как преодолеть этот разрыв между математической формой и физическим содержанием? Представляется, что дело не в том, что математики времен Фурье и времен Вейерштрасса и современности совсем по-разному декларируют предмет своей науки. Для Фурье, а тем более, для Эйлера не было актуально противопоставление физики и математики. Поэтому непростое сказать, кем был Фурье по преимуществу — физиком, изучавшим проблемы теплопроводности, или математиком, занимавшимся решением функций в ряды и интегралы, получившие его имя. Видимо, и Эйлера не увлекала задача последовательного изложения содержания математического анализа. Как известно, Эйлер написал первый курс этой науки. Он переведен и в русский язык, и при чтении производит сильное впечатление. Он в книге с трудом ополается даже разделы, которые в современном курсе связаны с именем Эйлера.

Подобный метод работы развился в начале XIX века к системному кризису в математическом анализе. Выяснилось, что, действуя в духе Эйлера, можно, при желании обобщать самые нелепые и нефизические утверждения. Была осознана необходимость математически строгого анализа. В процессе осознания необходимости исследования предельно было пережито, что кризис математического анализа на своей собственной шкуре и самостоятельно преодолеть тот непростой путь, которые за нас проделали математики XIX века.

Переработка математического анализа, предпринятая великими математиками середины и конца XIX века, потребовала своих стандартов математического изложения, концентрации внимания на доказательствах теорем. Потребовалось очень значительное время для того, чтобы довести этот процесс ревиции до уровня университетских учебников. Все это и вылилось в классические университетские учебники, некоторые примеры из которых мы разбирали выше — в XIX, и в XX веках были великие математики, которые могли и хотели работать и как физики. Достаточно назвать работы А. Н. Колмогорова по теории турбулентности, которые с полным правом можно рассматривать как эпохальные работы по физике.

Постепенно стали выявляться слабые места той математической традиции, которая сформировалась в работах классиков математического анализа XIX века. Появились теоремы, которые удачно сочетали строгость и красоту математического изложения и практическую полезность.

Явным признаком того, что в математике есть что-то кроме аксиом, определенных теорем и их доказательств, стало появление компьютеров в середине XX века. Классическая математика деактивировала на это не совсем предусмотрительно — утверждением об очень ограниченной роли компьютеров в собственно математическом исследовании. Как известно, это — не лучший способ ответа на вызовы времени. Однако он продолжался примерно 30 лет, до того момента, когда в науку и жизнь широко вошли персональные компьютеры.

В компьютерном мире невозможно читать лекции по математическому анализу, делая вид, что ты не знаешь, чем компьютерная математика отличается от классической математики теорем и доказательств. По глубокому замечанию великого Гете, между двумя противоположными мнениями лежит не истина, между ними лежит проблема. Истина решением данной проблемы в той или иной форме занимается сейчас, иная, работающая в той области математики, которая близка к физике. Нет особого сомнения, что в историческом будущем эта работа выльется в новый синтез, соединяющий достижения предыдущих этапов. Однако сейчас положение меняется так быстро, что его трудно испытать в рамках стандартных учебных курсов. Например, внедрение больших пакетов программ, скажем, пакета Wolfram Mathematica, существенно меняет акцент в этом вопросе. Этот переход можно сравнить с тем, который произошел в экспериментальной физике в момент, когда физик перестал делать свои приборы сам, а стал покупать сложные приборы у специализированных фирм. Вообще, некогда оказалось, что самым важным для физика не столько обрести черты экспериментальной физики, а многие диссертации по математике трудно защищать потому, что в них нет и не нужно никаких теорем.

Как же пережить и модернизировать в этой обстановке неопределенности курс математического анализа? По этому вопросу нет единого мнения. Одна позиция — представляется в первую очередь тем, что не читая лекции по математическому анализу — предлагать отказаться от преподавания устаревших доктрин и сосредоточиться на чем-нибудь более современном, например, теории групп или дифференциальных форм. Полезность этих математических дисциплин не вызывает сомнения, но при реализации идеи мы сталкиваемся с ограниченными возможностями преподавания в рамках более современного, в заданное время в студента невозможно вынуть неограниченно много совершенно новой информации, а отказаться для реализации идеи, скажем, от физического практикума (там тоже не все локализовано на переднем крае науки) представляется, мягко говоря, не совсем взвешенным ходом и менее эффективного подхода. Сохранив выраженные испытание времени опыта курса и уменьшив удаленый все ставших менее значимых разделов (на этом пути удалось, между прочим, на четверть уменьшить число лекционных часов по сравнению с учебным планом в начале 1970-х годов), можно сосредоточить внимание на практических вопросах и задачах.

Отказаться от представления о том, что курс должен содержать исключительно строго доказанные утверждения, и рисковать перед студентами перспективами развития наук, выросших из классического математического анализа (функционального анализа, топологии, дифференциальной геометрии).

Представляется, что лучше работать в рамках более взвешенного, хотя и менее эффективного подхода. Сохранив выраженные испытание времени опыта курса и уменьшив удаленый все ставших менее значимых разделов (на этом пути удалось, между прочим, на четверть уменьшить число лекционных часов по сравнению с учебным планом в начале 1970-х годов), можно сосредоточить внимание на практических вопросах и задачах.



Профессор Д.Д. Соколов

К 70-летию Юрия Владимировича Граца



8 декабря 2018 года исполнилось 70 лет профессору кафедры теоретической физики Юрию Владимировичу Грацу, заслуженному профессору Московского университета.

Ю.В. Грац с отличием окончил физический факультет МГУ в 1972 г., и в 1974 г. работает на кафедре теоретической физики. В 1975 г. защитил кандидатскую диссертацию, в 1995 г. — докторскую. С 1998 г. он — профессор той же кафедры.

Ю.В. Грац ведет активные научные исследования в области классической и квантовой теории поля в искривленном пространстве-времени, гравитации, космологии. Им сформулирован новый подход к исследованию взаимодействия гравитационных волн со статистическими системами, последовательно учитывающий нелинейные эффекты в гравитационном взаимодействии; обнаружен и исследован ряд новых эффектов во взаимодействии гравитационных волн с нефермионной плазмой; построена теория нелинейных классических и квантовых эффектов на пространственно-временных системах. Он провел исследование ряда классических и квантово-гравитационных эффектов в модели Риндалл-Сундвума, а также влияния черных дыр и топологических дефектов в теориях с дополнительными пространственными измерениями. По результатам исследования опубликовано около 100 работ, в том числе монография «Излучение гравитационных волн электродинамическими системами» (М.: Изд-во Моск. ун-та, 1984) и шесть учебных пособий, среди которых следует отметить «Классическая физика» (М.: Изд-во Моск. ун-та, 1991) и «Лекции по гитродинамике» (М.: ИЕНАРП, 2014 и 2015; серия «Классический учебник МГУ»).

