

СОВЕТСКИЙ ФИЗИК

№3 (176) 2025

В номере:



Вручение дипломов выпускникам
физического факультета МГУ

Стр. 2



Сотрудники физфака и ГАИШ МГУ избраны
академиками и членами-корреспондентами РАН

Стр. 3



День Физика – 2025. Александровн Русова –
лучший молодой преподаватель
физического факультета МГУ

Стр. 4-5



Общефакультетский научный семинар

Стр. 6-8



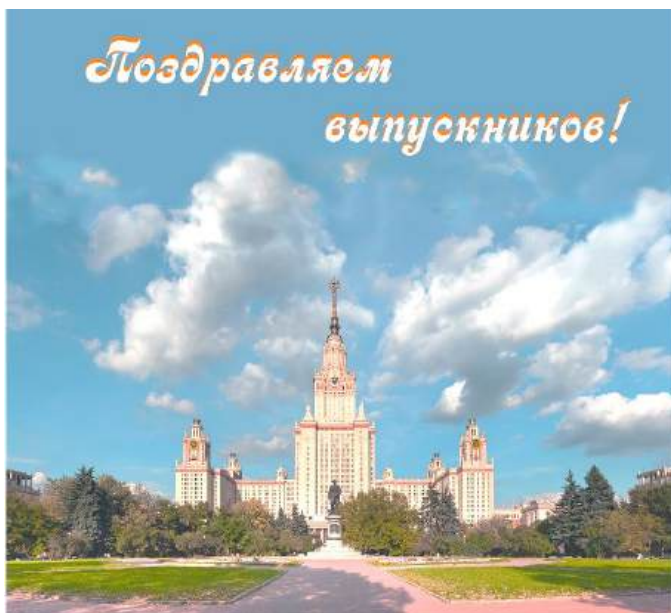
К 80-летию Великой Победы.
Выставка «Наука МГУ – фронту».
Акустика и оборона отечества.
О маскировке Москвы в 1941 г.

Стр. 31-56

СОВЕТСКИЙ ФИЗИК

3(176)/2025

(Май–июнь)



ОРГАН УЧЕНОГО СОВЕТА, ДЕКАНАТА
И ОБЩЕСТВЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ
ФИЗИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА МГУ
2025



ВРУЧЕНИЕ ДИПЛОМОВ ВЫПУСКНИКАМ ФИЗИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА МГУ

26 июня, состоялось вручение дипломов выпускникам физического факультета МГУ.

С утра выпускников, получающих красные дипломы, на Воробьёвых горах поздравил ректор Московского университета академик Виктор Антонович Садовничий.



Затем в холле ЦФА декан факультета профессор Владимир Викторович Белокуров вручил дипломы выпускникам физфака. Торжественная часть завершилась заседанием Учёного совета и общей фотографией выпускников и преподавателей на ступеньках физфака.

Поздравляем выпускников физфака! Диплом физического факультета — это свидетельство настойчивости, интеллекта и настоящей любви к познанию мира. Желаем вам научных достижений и успешной карьеры!

Мир ждёт ваших открытий!

https://vk.com/ff_mgu?w=wall-1149_16606



СОТРУДНИКИ ФИЗФАКА И ГАИШ МГУ ИЗБРАНЫ АКАДЕМИКАМИ И ЧЛЕНАМИ-КОРРЕСПОНДЕНТАМИ РАН!

С 28 по 30 мая состоялось общее собрание Российской академии наук, в ходе которого прошли выборы новых членов РАН. Результаты тайного голосования были оглашены на заседании 30 мая. Двое сотрудников избраны академиками, а ещё трое – членами-корреспондентами.

Академиками Российской академии наук стали:



Михайлов Валентин Олегович
(физический факультет)



Шкуринов Александр Павлович
(физический факультет)

Членами-корреспондентами выбраны:



Рубцов
Григорий Игоревич
(физический факультет)



Федянин
Андрей Анатольевич
(проректор, физический
факультет)



Шакура
Николай Иванович
(ГАИШ)

Поздравляем!
https://vk.com/ff_mgu





ДЕНЬ ФИЗИКА 2025

РАСПИСАНИЕ				ДФ	
17 мая 2025					
8:30 9:30	Завтрак физика			ДПЛ	
10:00 11:00	Утренняя встреча			С 10:30	
11:00 12:30	Игра на отчисление	ЮФА	Мастер-классы	Арт-физика	Шахматы, игротекa
		Конкурсы			
12:45 13:30	Шествие к памятнику М. В. Ломоносову	Площадь перед факультетом	4 и 5 этаж, юг	12:45 Встреча декана физического факультета	Площадь перед факультетом
		Площадь перед факультетом			
13:30 14:00	Официальное открытие			Ступеньки	
выступление декана физического факультета				Ступеньки	
14:00 15:00	Музикл «Теория всего, кроме любви»			Ступеньки	
15:00 17:00	Гостевой концерт			ЮФА	
БГУ, СПбГУ, НГУ, МИФИ, МАИ, МФТИ					
18:00 23:00	Вечерний концерт			Ступеньки	

В рамках Дня Физика прошло награждение лучших студентов и преподавателей года.

Молодой преподаватель года — А.А. Русова и С.Д. Мостовой;

Преподаватель года — Д.В. Лукьяненко;

Спортсмен года — А.С. Неделько;

Волонтер года — Е.С. Близнюк;

Студент года — А.В. Карамышев.



Награждение завершилось выступлением Заслуженного профессора МГУ Д.В. Гальцова.

После декан В.В. Белокуров исполнил гимн физфака «Дубинушка» вместе со студентами.

От всей души поздравляем победителей!

День физика в этом году широко освещался в СМИ. О том, как прошёл главный праздник физиков, смотрите в репортаже телеканала «Россия 1». Смотрите: https://vk.com/ff_mgu

АННА АЛЕКСАНДРОВНА РУСОВА – ЛУЧШИЙ МОЛОДОЙ ПРЕПОДАВАТЕЛЬ ФИЗИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА МГУ



17 мая во время традиционного Дня Физика были объявлены победители на звание лучших в различных номинациях. Лучшим молодым преподавателем была названа ведущий инженер НИИЯФ МГУ, ассистент кафедры общей ядерной физики физического факультета, Анна Александровна Русова. Как известно, Анна Александровна ведёт большую научную и учебную работу и это уже не первая её награда, она лауреат многих премий и стипендий для молодых учёных и преподавателей. Стоит напомнить, что победителей к Дню Физика выбирают на основании голосования студентов физического факультета.

17 мая 2025, 21:05, материал подготовил: [Широков Е. В.](http://www.sinp.msu.ru/ru/post/27460)
<http://www.sinp.msu.ru/ru/post/27460>

ОБЩЕФАКУЛЬТЕТСКИЙ НАУЧНЫЙ СЕМИНАР

В марте 2023 года начал свою работу общефакультетский научный семинар – пространство для информирования сотрудников и учащихся о новых результатах, полученных по актуальным направлениям развития физических наук, а также для дискуссий по этим вопросам.

Руководителем семинара является декан физического факультета профессор Владимир Викторович Белокуров, а заместителями руководителя – академики РАН, профессора Олег Владимирович Руденко и Алексей Ремович Хохлов.

Целью семинара является как стимулирование междисциплинарных исследований, проводимых совместно несколькими кафедрами и факультетами МГУ, а также совместно с другими организациями, так и развитие научного потенциала обучающихся и научно-педагогических работников факультета, повышение их квалификации в актуальных вопросах математики, физики и астрономии.

В рамках семинара прошли уже 12 заседаний.

Профессор кафедры теоретической физики Дмитрий Владимирович Гальцов в докладе «Современная гравитация» дал краткий обзор современных теоретических представлений о гравитации, новых методов экспериментальной проверки и возникающих в связи с этим новых теоретических задач.

Член-корреспондент РАН директор НИИЯФ, заведующий кафедрой общей ядерной физики Эдуард Эрнстович Бооса свой доклад «Стандартная модель и ее расширения. Открытию бозона Хиггса более 10 лет, а что с «новой физикой»?» посвятил обсуждению основ Стандартной модели и ситуации, сложившейся в физике фундаментальных взаимодействий и элементарных частиц после открытия бозона Хиггса. Значительное внимание было уделено роли отрицательных результатов поиска «новой физики» в экспериментах на Большом адронном коллайдере.

Заведующий кафедрой физики низких температур Александр Николаевич Васильев выступил с докладом «Спиновые жидкости».

В докладе «Волны цунами: от теории к прогнозу» профессор РАН, заведующий кафедрой физики моря и вод суши Михаил Александрович Носов дал общие характеристики явления цунами, привел сведения о некоторых наиболее ярких исторических событиях, а также изложил принципы функционирования системы предупреждения о цунами, в разработке которой принял непосредственное участие сам докладчик.

В докладе доцента кафедры акустики Павла Николаевича Кравчуна «Акустика концертных залов – тенденции и проблемы» был поднят неожиданный, на первый взгляд, вопрос акустики концертных, в первую



очередь органных, залов для классической музыки и отмечена исключительная роль работников кафедры акустики в разрешении этого вопроса.

Старший научный сотрудник кафедры квантовой электроники Евгений Александрович Ширшин в докладе «Биофотоника – новое в оптике для (био)медицины» рассказал о ряде актуальных достижений и нерешенных вопросов биофотоники, подходах к предсказанию оптических свойств биомолекул на основе машинного обучения и о направленном поиске молекул-репортеров при патологических процессах. Особенный интерес вызвали разработанные на физическом факультете диагностические методы – от идеи до конечного устройства.

Доклад профессора кафедры математики Дмитрия Дмитриевича Соколова «Магнитные поля небесных тел и их происхождение» был посвящен гидромагнитным динамо – эффектами электромагнитной индукции в конвективных или турбулентных течениях внутри небесных тел, представляющим раздел современной электродинамики, обнаруживающий плодотворные формальные аналогии с разделами физики элементарных частиц, связанными с понятием спиральности.

Член-корреспондент РАН заведующий кафедрой физики частиц и космологии Сергей Вадимович Троицкий в докладе «Вселенная как лаборатория физики частиц» представил несколько примеров поиска проявлений физики за пределами Стандартной модели с использованием астрофизических результатов, в том числе касающихся самого мощного за всю историю наблюдений гамма-всплеска GRB 221009A.

В докладе «Нейтрино как окно в новую физику» профессор кафедры теоретической физики Александр Иванович Студеникин кратко изложил историю развития физики нейтрино, привел информацию об основных свойствах нейтрино, включая нейтринные электромагнитные характеристики, изучение которых более 30 лет является основным направлением работы научной группы физического факультета по физике нейтрино.

На семинаре выступали не только сотрудники физического факультета.

С докладом на тему «Уравнение случайных движений А.Н. Колмогорова (1934 г.) – основа статистики макромира» выступил академик РАН, выпускник физического факультета (1958 г.), директор Института физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН (1990–2008 гг.) Георгий Сергеевич Голицын.

Ведущий научный сотрудник Института передачи информации им. А.А. Харкевича РАН профессор МФТИ Александр Сергеевич Горский выступил с докладом «Некоторые проблемы нейронауки глазами теоретической физики», где сделал обзор обзор нескольких проблем нейронауки, связанных с мозгом и сознанием, с точки зрения методов теорети-

ческой физики. С точки зрения статистической физики обсуждался структурный коннектом, функциональные и когнитивные сети мозга, специализацию нейронов, различные критические явления и возможные параметры порядка. Также были упомянуты основные, на настоящий момент, теории сознания.

Не остались в стороне и вопросы образования. В докладе «Как можно осовременить курс математики на физическом факультете» профессор кафедры математики Дмитрий Дмитриевич Соколов поделился со слушателями мыслями о том, как можно приблизить преподавание математики, структура курса которой была сформирована почти три четверти века тому назад, к требованиям современности и в чем эти требования состоят.

Лекции вызвали интерес не только среди студентов и работников физического факультета, их посетили студенты механико-математического факультета и МФТИ, работники ФИАН, ИЯИ РАН, Института перспективных исследований мозга МГУ.

В планах семинара и другие доклады на злободневные физические темы. Ждем вас по вторым четвергам месяца в 16.00 на Общефакультетском научном семинаре, приходите, будет интересно!

*Ученый секретарь общефакультетского научного семинара
заведующий кафедрой физики твердого тела А.П. Орешко*

ЛОМОНОСОВСКИЕ ЧТЕНИЯ – 2025. СЕКЦИЯ «ФИЗИКА»

Ежегодная общеуниверситетская научная конференция «ЛОМОНОСОВСКИЕ ЧТЕНИЯ» проходила в МГУ с 24 марта по 4 апреля 2025 г. На физическом факультете в составе секции «ФИЗИКА» были организованы заседания 13 подсекций по различным направлениям исследований современной физики. В программу конференции вошло 100 докладов, авторами которых явились около 300 ученых представители физического, химического, биологического факультетов, МНОИ МГУ, а также сотрудники различных вузов, институтов и организаций РАН, ведущих на протяжении многих лет совместные исследования с физическим факультетом.

В этом году как никогда активно проявили себя практически все сопредседатели подсекций, оперативно и творчески подошедшие к отбору



и включению заявок в программы своих подсекций и организации слушаний докладов. В итоге большинство докладов отличалось высоким уровнем содержания, в том числе глубиной научной проработки и новизной полученных результатов.

Аудитория, привлеченная организаторами заседаний подсекций, была достаточно многочисленной за счет использования не только очной, но и дистанционной формы проведения. В результате ученые многих регионов России смогли принять участие в слушании и обсуждении научных проблем, поднятых на этой конференции в секции «ФИЗИКА».

Особо нужно отметить, что заседания двух подсекций прошли в новой аудитории Н-16. Просторная, светлая, оснащенная современной техникой и мультимедийным оборудованием, с удобно расположенной мебелью она является достойным примером того, что всё на физическом факультете должно быть качественно и на высоком профессиональном уровне. Присутствовавшие на заседаниях сотрудники были довольны условиями работы в ней.

Уже выпущен электронный Сборник тезисов докладов конференции «Ломоносовские чтения – 2025. Секция «ФИЗИКА»: <https://phys.msu.ru/novosti/?ID=34401>

Отдельный выпуск Ученых записок физического факультета будет посвящен конференции. Кроме того, предполагается издание «Вестника Московского университета» по итогам конференции.

Версан Т.А.

О КОНФЕРЕНЦИИ «ЛОМОНОСОВ-2025»

В январе 2025 года Московский Университет торжественно отметил 270-летие. И международная научная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов» была проведена 32-й раз. Конференция проходила с 11 по 25 апреля. Всего на секцию «Физика» подано 842 заявки на участие, из них авторов - 749, соавторов - 29 и слушателей - 64.

Традиционно заседания секции «Физика» проводятся за один день, и все студенты, кто не выполняет в это время задачи практикума, освобождаются от занятий после второй пары. В 2025-м году таким днём был выбран вторник, 15 апреля. Открытие работы секции «Физика» состоялось в южной физической аудитории, с вступительным словом выступил и.о. декана, профессор Владимир Викторович Белокуров. Затем последовала лекция лауреата Премии Правительства Москвы для молодых ученых 2025 г., старшего научного сотрудника кафедры общей физики и физики

конденсированного состояния Карзовой Марии Михайловны «Нелинейные акустические волны с ударными фронтами в задачах аэроакустики и медицинских приложениях: новые подходы к измерениям и численному моделированию».

Далее начались заседания подсекций секции «Физика», параллельные заседания проходили одновременно в 51 аудитории физического факультета и 2-х аудиториях ЦКП очно, 3 заседания проходили в смешанном (очно + дистанционно) формате.

В жюри подсекций вошли ведущие сотрудники физического факультета, а также молодые ученые, добившиеся значительных успехов в науке.

Жюри секции «Физика»

1	проф. Чуличков А.И.	21	в.н.с. Плохотников К.Э.
2	проф. Черняев А.П.	22	доц. Широков Е.В.
3	проф. Борисов А.В.	23	доц. Приезжев А.В.
4	проф. Бушуев В.А.	24	доц. Берловская Е.Е.
5	проф. Савельев-Трофимов А.Б.	25	доц. Вохник О.М.
6	проф. Голубцов П.В.	26	доц. Захаров В.И.
7	проф. Гордиенко В.М.	27	доц. Казаков К.А.
8	проф. Грановский А.Б.	28	доц. Лукьяненко Д.В.
9	проф. Засов А.В.	29	доц. Карташов И.Н.
10	проф. Короленко П.В.	30	доц. Князев Г.А.
11	проф. Кульбачинский В.А.	31	доц. Кузнецов А.А.
12	проф. Лобышев В.И.	32	доц. Макуренок А.М.
13	проф. Максимочкин В.И.	33	доц. Мартышов М.Н.
14	проф. Манцевич В.Н.	34	доц. Одина Н.И.
15	проф. Митрофанов В.П.	35	доц. Ормонт М.А.
16	проф. Наний О.Е.	36	доц. Павликов А.В.
17	проф. Орешко А.П.	37	доц. Потанин С.А.
18	проф. Перов Н.С.	38	доц. Степаньянц К.В.
19	проф. Пирогов Ю.А.	39	доц. Трифонов А.С.

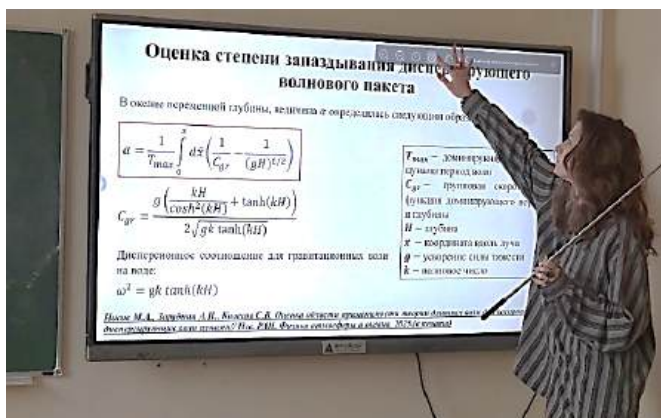


20	проф. Еременко Д.О.	40	с.н.с. Майдыковский А.И.
41	проф. Поляков П.А.	49	с.н.с. Исупов Е.Л.
42	проф. Попов А.М.	50	с.н.с. Преснов Д.Е.
43	проф. Свертилов С.И.	51	с.н.с. Якимов Б.П.
44	проф. Твердислов В.А.	52	с.н.с. Карпенков Д.Ю.
45	проф. Уваров А.В.	53	н.с. Дьяконов И.В.
46	проф. Филимонов Н.Б.	54	н.с. Фролов А.Ю.
47	проф. Галкин В.И.	55	м.н.с. Стручалин Г.И.
48	в.н.с. Доленко Т.А.		



Всего было проведено 56 заседаний в рамках секции «Физика». По итогам заседаний совместно с экспертами, участвовавшими в заседаниях, выбрало лучшие доклады. Авторы наиболее интересных докладов получили рекомендацию опубликовать результаты исследований в журнале «Ученые записки физического факультета Московского Университета». Со списком лучших докладов секции «Физика» и другими материалами секции Физика, можно ознакомиться по ссылке из QR-кода и на странице секции:





От души поздравляем лучших докладчиков! Спасибо всем участникам за интересные доклады.

Хотелось бы выразить благодарность председателям секций за отбор докладов, проведение заседаний и выбор победителей.

Огромная благодарность издательскому отделу, который всегда нас выручает с подготовкой электронного макета сборника тезисов.

Также большое спасибо студенческому профкому и следующим студентам нашего факультета, которые помогали с организацией и проведением конференции:

ФИО	Группа
Самченко Серафима Викторовна	219м
Сопетик Александр Витальевич	519
Пушистова Анна Сергеевна	441
Баранова Дарья Алексеевна	242м
Ерохина Анна Александровна	240м
Шарков Алексей Александрович	541
Самсонова Виктория Сергеевна	540
Попова Софья Алексеевна	441
Базалевская Татьяна Валерьевна	413
Галиуллин Карим Радикович	411
Оруджева Вероника Эльдаровна	342
Лихачёв Дмитрий Сергеевич	337
Ракова Ольга Алексеевна	317
Рославцев Станислав Васильевич	314
Баля Александр Сергеевич	302
Матрешина Ева Александровна	206



Каждый год мы стараемся сделать конференцию лучше и интересней. Желаем всем участникам и их научным руководителям больших научных успехов, удачи и крепкого здоровья. Ждем ваши доклады в следующем году.

*Ответственный секретарь секции «Физика» Александр Париинцев,
м.н.с. кафедры магнетизма Андрей Макаров
и весь коллектив научного отдела.*

ПОЗДРАВЛЯЕМ АННУ ВИКТОРОВНУ БОГАЦКУЮ

Доцент кафедры атомной физики, физики плазмы и микроэлектроники Анна Викторовна Богацкая стала лауреатом премии «Колба» в номинации «Физика».



А.В. Богацкая – в центре.

Премия «Колба» — это престижная награда для женщин-учёных России и мира, вручается за достижения в области науки и технологий. В этом году отмечены 77 женщин-учёных в 30 различных номинациях.

Поздравляем Анну Викторовну с заслуженной наградой и желаем успехов в научной деятельности

https://vk.com/ff_mgu

ФИЗИКИ МГУ НАУЧИЛИСЬ УСКОРЯТЬ ПУЧКИ ЭЛЕКТРОНОВ С ВЫСОКОЙ ТОЧНОСТЬЮ

Ученые кафедры общей физики и волновых процессов физического факультета МГУ представили революционный подход к управлению энергией электронных пучков в лазерно-плазменных ускорителях. В работе, опубликованной в журнале *Physical Review Letters*, описана новая технология, позволяющая динамически перестраивать энергию электронов с высокой точностью. Открытие поможет в медицине и промышленности.

Исследование выполнено при поддержке гранта РНФ № 22-79-10087 на оборудовании, приобретенном при поддержке национального проекта «Наука и университеты».

Электронные пучки высокой энергии используются в медицине (например, для лучевой терапии), в науке (в синхротронах и рентгеновских лазерах на свободных электронах) и в промышленности. Однако традиционные ускорители, основанные на радиочастотных резонаторах, занимают огромные пространства (как, например, трехкилометровый линейный ускоритель в Стэнфорде).

Решением этой проблемы являются новые лазерно-плазменные ускорители электронов, позволяющие достигать мегаэлектронвольтных энергий электронов в плазме длиной около сотни микрометров, а энергий в единицы гигаэлектронвольт — в плазменном канале длиной в несколько сантиметров. Такая компактность связана с тем, что плазма как ионизированная среда может выдерживать огромные электрические поля — в тысячи раз больше, чем традиционные ускорители. Такие поля создаются сверхкоротким лазерным импульсом: мощный фемтосекундный лазерный импульс, распространяясь сквозь плазму, «расталкивает» электроны, создавая волну электронной плотности (как корабль, оставляющий кильватерный след на воде). В этой волне возникают сильные электрические поля (до 100 ГВ/м), которые и разгоняют электроны до релятивистских скоростей.

«Это как серфинг электронов: лазер создаёт волну плазмы, а электроны ловят её, разгоняясь до релятивистских скоростей», — добавила студентка магистратуры физического факультета МГУ Екатерина Стародубцева.

Ученые экспериментально реализовали и исследовали в численном эксперименте оригинальный способ управления длиной ускорения электронов в плазме — оказалось, что



можно резко прерывать такой процесс. Для этого используется дополнительный лазерный импульс для создания ударной волны в газовой струе, перпендикулярный направлению ускорения. За фронтом ударной волны концентрация плазмы резко падает, и процесс ускорения прекращается. При этом удаётся сформировать электронный импульс с малой угловой расходимостью и узким энергетическим спектром, а также избежать ухудшения качества пучка из-за эффекта дефазировки.



«Наш метод впервые позволяет не просто ускорять электроны, а точно "настраивать" их энергию прямо в процессе эксперимента. Это открывает путь к созданию принципиально новых регулируемых источников частиц», — прокомментировал сотрудник кафедры общей физики и волновых процессов физического факультета МГУ Иван Цымбалов.

Эксперименты проведены на компактном тераваттном фемтосекундном лазерном комплексе, функционирующем в Корпусе нелинейной оптики МГУ. Авторами работы была впервые продемонстрирована экспериментальная реализация перестраиваемого по энергии электронного пучка в диапазоне от 6 до 12 МэВ с узким спектром и малой угловой расходимостью. Численное моделирование методом крупных частиц позволило выявить и объяснить ключевые эффекты, определяющие энергетический и угловой спектры электронов. Работа выполнена в тесной кооперации с учеными НИЯУ МИФИ и ИПМ РАН.

Новая технология открывает совершенно новые перспективы для: медицины (адаптивная лучевая терапия с точной подстройкой под глубину опухоли); рентгеновских источников (генерация монохроматического излучения с регулируемой энергией); фемтосекундной дифракции (изу-

чение сверхбыстрых процессов в материалах с переменной энергией зондирования).



«Разработанный нами метод управления электронным пучком может применяться не только для практических задач, использующих настольные лазерные системы, но и для фундаментальных исследований на петаваттных установках (например, установка PEARL ИПФ РАН) и установках класса мегасайенс (например, XCELS — Exawatt Center for Extreme Light Studies, планируемый к созданию в Национальном Центре Физики и Математики в г. Сарове)», — отметил профессор кафедры общей физики и волновых

процессов физфака МГУ Андрей Савельев-Трофимов.

В дальнейшие планы исследований входит масштабирование данной технологии для реализации перестраивания по энергии пучка электронов в существенно большем диапазоне — в единицы-десятки МэВ, а также улучшение качества пучка — будет достигнута хорошая коллимация пучка и достаточно большой заряд, что является важным шагом к интеграции системы в промышленное и медицинское оборудование.

<https://msu.ru/news/novosti-nauki/fiziki-mgu-nauchilis-uskoryat-puchki-elektronov-s-vysokoy-tochnostyu.html>

МЕДИЦИНСКИЕ ФИЗИКИ МГУ УСОВЕРШЕНСТВОВАЛИ МЕТОД ОЦЕНКИ ФУНКЦИИ ТРОМБОЦИТОВ

Ученые из МГУ с коллегами изучили преимущества метода малоуглового рассеяния частиц для оценки функции тромбоцитов. Полученные результаты могут лечь в основу внедрения метода в клиническую практику. Итоги исследования опубликованы в журналах [International Journal of Hematology](#) и [Вестник Московского Университета](#).

Тромбоциты — это форменные элементы крови, которые отвечают за остановку кровотечений. Задачей этих клеток является формирование пробки-агрегата и адгезия к месту повреждения сосуда. Если тромбоциты гиперактивны или присутствуют в крови в повышенной концентрации, то

риск формирования тромба увеличивается. Наоборот, снижение количества или функциональной активности тромбоцитов может провоцировать склонность к кровотечениям. Для клинических исследований необходим метод, который позволял бы давать полноценную оценку функции тромбоцитов как здоровых добровольцев, так и пациентов любого возраста. Способы анализа статуса тромбоцитов представлены широко (агрегометрия по Борну, проточная цитометрия и т. д.), однако ни один из них не свободен от недостатков, поэтому сейчас идет активная разработка новых более совершенных методик.

Потенциально, одной из таких методик может стать метод малоуглового рассеяния. Метод устроен следующим образом: в кювету помещается суспензия частиц, которая постоянно перемешивается, что обеспечивает имитацию условий сдвига в потоке крови. На кювету направляется луч света, испущенный лазером, рассеянное излучение попадает на массив фотодетекторов за кюветой — таким образом, получается набор значений сигнала интенсивности света для разных углов рассеяния. Сигнал конвертирует аналого-цифровой преобразователь и передает на компьютер. На экране монитора наблюдают кривые интенсивности светорассеяния в зависимости от времени для углов от 0° до 12° с шагом в $0,25^\circ$.

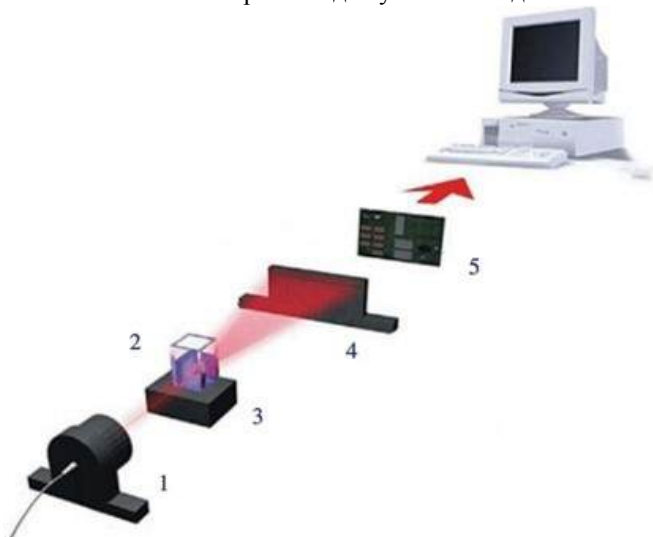


Рис. 1. Схема установки, регистрирующей малоугловое светорассеяние. 1 — Источник света (лазерный диод с коллиматором, длина волны 670 нм); 2 — прозрачная кювета с перемешивающим устройством-якорем; 3 — магнитная термостатируемая мешалка; 4 — массив фотодиодов; 5 — аналого-цифровой преобразователь.

Специальное программное обеспечение обрабатывает эти данные и вычисляет распределение размеров частиц в суспензии. Метод малоуглового рассеяния может применяться для задач нефтехимической, химической и пищевой промышленности, а также в других областях. Применительно к биофизическим задачам, в частности к анализу тромбоцитов, метод впервые был применен в 2012 году научной группой из Института эволюционной физиологии и биохимии имени И. М. Сеченова РАН. Группа исследователей под руководством Миндукшева И.В. показала, что по зависимости сигнала интенсивности светорассеяния от времени можно судить об агрегации тромбоцитов в динамике.

Специальное программное обеспечение обрабатывает эти данные и вычисляет распределение размеров частиц в суспензии. Метод малоуглового рассеяния может применяться для задач нефтехимической, химической и пищевой промышленности, а также в других областях. Применительно к биофизическим задачам, в частности к анализу тромбоцитов, метод впервые был применен в 2012 году научной группой из Института эволюционной физиологии и биохимии имени И. М. Сеченова РАН. Группа исследователей под руководством Миндукшева И.В. показала, что по зависимости сигнала интенсивности светорассеяния от времени можно судить об агрегации тромбоцитов в динамике.

«Наша основная цель состояла в сравнении метода малоуглового рассеяния с другими методами оценки функции тромбоцитов, а также в определении оптимальных параметров для его использования. Есть множество параметров, от которых будет зависеть чувствительность метода, и определение рабочих диапазонов — большой шаг в сторону стандартизации метода», — рассказала выпускница аспирантуры кафедры медицинской физики, м.н.с. ЦТП ФХФ РАН [Галина Сергеевна Свидельская](#).

Впервые была исследована зависимость параметров эксперимента от времени, которое проходило с момента получения образца (богатой тромбоцитами плазмы) до измерения. Оказалось, что даже в течение двух часов после забора крови тромбоциты остаются функциональными, то есть продолжают агрегировать при индуцировании этого процесса.

Следующий вопрос, которым задались ученые — какое количество плазмы человека нужно добавить в измерительную кювету, чтобы параметры агрегации были достоверными и клинически значимыми. Было установлено, что зависимость выходит на насыщение при больших значениях концентрации плазмы. Таким образом, удалось определить оптимальный диапазон концентрации тромбоцитов для дальнейшей работы.



Кроме того, были проанализированы тромбоциты у здоровых взрослых, здоровых детей, и педиатрических пациентов (детей с отклонениями от нормы). Оказалось, что метод позволяет обнаружить серьезные отклонения от нормы (например, слабую агрегацию тромбоцитов при тромбастении Гланцмана). Если же у пациентов имеются болезни, которые не связаны напрямую с агрегацией, то отличить их от здоровых пациентов с помощью данного метода затруднительно.

Наконец, было проведено сопоставление метода малоуглового рассеяния с используемым в клинике методом световой трансмиссионной агрегометрии. Оказалось, что коэффициенты корреляции лежат в диапазоне от 0.5 до 0.6 в когорте здоровых добровольцев, что означает умеренное согласие в показаниях разных методов. При этом на пациентах с отклонениями показания этих методов сходятся уже не так хорошо.

Метод световой трансмиссионной агрегометрии для оценки функции тромбоцитов в клинических исследованиях - «золотой стандарт». При равных показателях определения наличия или отсутствия болезни, у метода малоуглового рассеяния есть два преимущества по сравнению с агрегометрией. Первый — возможность применения для людей с низкой концентрацией тромбоцитов. Второй — для метода малоуглового рассеяния требуется небольшое количество образца. Это может быть удобно в педиатрии, когда у детей сложно взять большой объем крови для анализа.

«Мы планируем продолжать развивать и тестировать метод. Сейчас мы ведем проект по анализу функции тромбоцитов в тромбоконцентрах. Например, при массивных кровотечениях (при травмах, хирургических осложнениях, родах и т.д.) переливание компонентов крови может быть частью комплексной терапии для поддержания гемостаза. Дискуссии о том, какие условия хранения образцов концентрата тромбоцитов оптимальны, не утихают. Метод малоуглового рассеяния открывает новые перспективы в оценке и подборе условий хранения тромбоконцентрата», — прокомментировала Галина Сергеевна Свидельская.

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (проекты № 24-15-00387, № 23-25-00006, № 23-44-00082, № 23-15-00142), а также фонда «Наука — детям».

https://vk.com/@ff_mgu-medicinskie-fiziki-mgu-usovershenstvovali-metod-ocenki-funkci



КОСМОНАВТЫ ПОСЕТИЛИ НИИЯФ МГУ

13 мая 2025 года НИИЯФ МГУ посетила делегация космонавтов и специалистов из ФГБУ «НИИ ЦПК имени Ю.А. Гагарина». Визит прошёл в рамках программы подготовки к научно-прикладным исследованиям и экспериментам на МКС и перспективных проектах на ОК РОС.



Космонавты ознакомились с:

- методами изучения радиационных поясов Земли, космических лучей и других ключевых направлений физики космоса;
- экспериментально-лабораторной базой института;
- перспективными космическими экспериментами.

Программа мероприятия:

- 1) Вступительное слово Калегаева В.В.
- 2) Лекция «Атмосфера и ионосфера Земли» (П.А. Климов) с обзором приборов на МКС
- 3) Демонстрация макетов космических аппаратов (К. Капорцева, Музей космоса)
- 4) Лекция об эксперименте «Нуклон» и исследованиях космических лучей (И. Кудряшов)
- 5) Экскурсия по ускорительному комплексу (А. Евсеев)
- 6) Демонстрация работы Центра управления малыми спутниками (И. Золоторев)



Мероприятие позволило:

- ✓ углубить подготовку космонавтов к работе с научной аппаратурой на орбите;
- ✓ обеспечить преемственность между наземными исследованиями и космическими экспериментами;
- ✓ укрепить сотрудничество между НИИЯФ МГУ и Центром подготовки космонавтов.

Желаем нашим гостям успехов в их важной работе и благодарим коллег-организаторов за прекрасное мероприятие.

материал подготовила Никитина В. В.

<http://www.sinp.msu.ru/ru/post/27462>

ШКОЛЬНИКИ СЕРГИЕВА ПОСАДА В ГОСТЯХ У КАФЕДРЫ МАГНЕТИЗМА

26 мая кафедра магнетизма принимала десятиклассников из Сергиева Посада. Конец 10 класса для школьников – это такой этап, когда уже есть четкое представление о «любимых» и «нелюбимых» предметах, есть определенные интересы и знания, а также опыт преодоления трудностей при овладении этими знаниями, не нужно сдавать экзамены, так что смело можно строить планы на будущее. Именно поэтому сразу после окон-



чания 10 класса есть время, чтобы спокойно все обдумать, взвесить все «за» и «против», выбирая свой путь.



Встреча сотрудников кафедры магнетизма с ребятами проходила по отработанному сценарию и состояла из двух частей. Школьники разделились на две группы: одна из них после воспоминаний о том, что было при изучении школьного курса магнетизма, послушала небольшой рас-



сказ о магнитных явлениях, которые встречаются нам в обычной жизни, после этого ребята посмотрели и даже смогли принять участие в демонстрациях по физике магнитных явлений.



Вторая группа в это время знакомилась с оборудованием кафедры. Обычно на нашей кафедре школьников встречают не только сотрудники, но и студенты, которые могут поделиться своим опытом поступления и обучения на физическом факультете, но в этот раз горячая пора зачетов и экзаменов не позволила нашим студентам принять участие в приеме гостей.

Доцент Т.Б. Шапаева

ТРАДИЦИОННУЮ ЛЕГКОАТЛЕТическую ЭСТАФЕТУ МГУ ПОСВЯТИЛИ 80-ЛЕТИЮ ПОБЕДЫ



23 апреля на площади перед Главным зданием МГУ состоялась традиционная Большая легкоатлетическая эстафета, в этом году посвященная 80-летию Великой Победы и 270-летию Московского университета. В забеге приняли участие студенты, аспиранты, выпускники и сотрудники МГУ.

Ректор МГУ академик В.А. Садовничий поприветствовал спортсменов и болельщиков, отметил, что эстафета проходит уже более 70 лет и стала доброй традицией университета, а также подчеркнул особую важность спортивного праздника этого года: «Через несколько дней мы будем отмечать великий праздник – День Победы. Это победа нашего народа в самой страшной войне, которую когда-либо знало человечество. В этот день мы отдаем дань памяти погибшим, вспоминаем их подвиг и выражаем благодарность. Поэтому сегодняшний день наполнен не только спортивным азартом, но и особым чувством радости и гордости за наших предков».



Победители и призеры Большой легкоатлетической эстафеты 2025 года:

- 1 место – физический факультет;
- 2 место – географический факультет;
- 3 место – экономический факультет.

На призовых этапах победили студент географического факультета Дмитрий Тихонов и студентка химического факультета Мария Чебунина соответственно.



Необходимо отметить, что первой к финишу пришла команда выпускников МГУ, выступавшая вне конкурса.

Награды победителям и призерам вручила Олимпийская чемпионка по легкой атлетике, доцент кафедры физического воспитания и спорта МГУ, руководитель сборной команды МГУ по легкой атлетике И.А. Привалова.

Эстафета обычно проводится в последнюю пятницу апреля. Ее старт и финиш проходят на площади перед Главным зданием. Стартовый выстрел из сигнального пистолета по традиции дает ректор Московского университета академик В.А. Садовничий.

<https://msu.ru/news/novosti-mgu/traditsionnuyu-legkoatleticheskuyu-estafetu-mgu-posvyatili-80-letiyu-pobedy.html>

В МГУ СОСТОЯЛОСЬ ОТКРЫТИЕ 66-ГО ТРУДОВОГО СЕМЕСТРА СТУДЕНЧЕСКИХ ОТРЯДОВ МОСКВЫ



20 мая в МГУ имени М.В. Ломоносова с участием ректора Московского университета, президента Российского Союза ректоров академика В.А. Садовниченко состоялось торжественное открытие 66-го Трудового семестра Студенческих отрядов Москвы. В мероприятии приняли участие более тысячи представителей студенческих отрядов Москвы.

Ректор Московского университета академик В.А. Садовнический: «Стройотряды – настоящий пример товарищеского духа. Пример поддержки и уважения друг друга. Работая на целине, многие молодые люди познакомились и создавали семьи. Теперь дело стройотрядов продолжают их дети и внуки. Это прекрасное движение, которое воспитывает и делает нас преданными работе, делу, будущему. В этом году более трех тысяч стройотрядовцев Москвы приступят к различным работам. Это и строительство, и воспитание детей в детских садах, лагерях. Ребята также будут оказывать всестороннюю поддержку нуждающимся. Это благородный труд. Совсем скоро все отряды Московского университета начнут работу в Москве и ближайших городах. Один из отрядов будет помогать строить Технологическую долину – наше общее научное будущее. Уверен, у нас впереди хорошая работа и много новых открытий. Без сомнений, мы сделаем многое. И сделаем это ради нашей страны, ради нашего будущего».

Репорт от руководителя регионального штаба Московского регионального отделения молодёжной общероссийской общественной организации «Российские студенческие отряды» Т.Е. Власовой принял ректор МГУ академик В.А. Садовнический.



История студенческих отрядов началась более полувека назад, в далеком 1959 году, когда 339 отважных студентов Московского университета отправились на свою первую целину – в казахстанские степи.

Открытие третьего трудового семестра (ТТС) – каникулярного времени, в которое студенты могут работать в составе студенческих отрядов, – в каждом регионе традиционно знаменует торжественная линейка, на которой представители вузовских штабов студенческих отрядов отчитываются перед региональным отделением Российских студенческих отрядов о готовности к целине и количестве бойцов, а также получают трудовые путёвки на места летних работ. В свою очередь, на закрытии ТТС подводятся итоги целины этого года и награждаются лучшие бойцы. Историю трудовых отрядов принято отсчитывать с 1959 года, когда на целину в Казахстан отправился первый студенческий строительный отряд физиков Московского университета. Таким образом, в декабре прошлого года завершился 65-й, юбилейный сезон. Однако трудовые семестры появились в жизни студенчества гораздо раньше, чем само движение студенческих отрядов.

Понятие трудового семестра связывают с принятием в мае 1924 года Всероссийским центральным советом профсоюзов (ВЦСПС), а также Народными комиссариатами труда и просвещения особой инструкции о летней практике студентов на промышленных и сельскохозяйственных объектах. Ключевыми целями этой практики были, во-первых, адаптация студентов к условиям труда на объектах народного хозяйства страны, где им предстояло работать по окончании обучения, а во-вторых, компенсация выплаты стипендий тем, кому их платили. Таким образом, в понятии третьего трудового семестра подчеркивается связь студенческой трудовой занятости летом с учебным процессом в течение остального года.

Освоение целины поражало своим масштабом – план по распашке посевных площадей был перевыполнен более, чем вдвое. Но вскоре стало ясно, что студенческая помощь в уборочной кампании не требуется. Остро стоял вопрос о развитии местной инфраструктуры: на целине не хватало ни дорог, ни сельскохозяйственных сооружений, чтобы уберечь от порчи как зерно, так и технику. А ещё жилья для работников, школ, детских садов и клубов.

Уже в 1958 году на отчётно-выборной конференции было принято решение готовить строительный отряд. Инициативу поддержали и ректор МГУ, и декан физического факультета МГУ, и первый секретарь ЦК КПСС Н.С. Хрущёв. Поэтому в 1959 году студенты-физики под руководством четверокурсника С.Ф. Литвиненко первыми ехали на целину уже как строители. Так началось движение студенческих отрядов и в Москов-

ском университете, и по всей стране. История Молодёжно-студенческих отрядов МГУ продолжается по сей день.

На линейке 20 мая с напутственными словами выступили командир центрального штаба Российских студенческих отрядов Я.В. Зубашенко, командир регионального отделения Т.Е. Власова, председатель Правления РСО Ю.Н. Дрожжина. К студентам также обратились ветераны движения: В.В. Шабалдин, член Наблюдательного совета Российских студенческих отрядов, и профессор С.Н. Ткаченко, командир ССО МГУ 1984-1988 годов.

<https://msu.ru/news/novosti-mgu/v-mgu-sostoyalos-otkrytie-66-go-trudovogo-semestra-studencheskikh-otryadov-moskvyy-.html/>

ВЫСТАВКА «НАУКА МГУ — ФРОНТУ»



На территории кампуса Московского университета напротив его Главного здания открыта выставка, посвященная выдающимся ученым университета, внесшим неоценимый вклад в общую борьбу с фашизмом в годы Великой Отечественной войны 1941-1945 годов. На 24 стендах рассказывается о научном подвиге сотрудников главного университета



страны, своими исследованиям и открытиями, проложившими дорогу к Победе.

Комментируя экспозицию, ректор напомнил, что в 1941 году в МГУ обучалось около 5 тысяч студентов, работали более 600 профессоров и преподавателей, 14 академиков и 27 членов-корреспондентов АН СССР. За год до этого, к 185-летию университета ему было присвоено имя М.В. Ломоносова, которое он носит и поныне. Университет был крупнейшим кадровым и научным центром страны.

Как и для всего народа, для всего коллектива университета Великая Отечественная война стала тяжелым испытанием. Уже 22 июня на всех факультетах МГУ прошли собрания, на которых были приняты решения о готовности к беспощадной борьбе с врагом. Собравшиеся в Коммунистической аудитории на Моховой учащиеся и сотрудники университета объявили себя мобилизованными для выполнения любого задания Родины.

В первые дни войны в ополчение записалось более тысячи студентов и сотрудников, еще 3000 человек были мобилизованы на строительство оборонительных рубежей. Добровольцами МГУ был укомплектован 975-й артиллерийский полк 8-й Краснопресненской дивизии народного ополчения. Судьба дивизии была героической и трагичной. Она прошла свой недолгий боевой путь от тяжёлых боёв в июле 1941 года под Смоленском и Ельней до гибели в октябре того же года под Вязьмой. Ежегодно актив МГУ приезжает в Ельнинский район Смоленской области к мемориалу – памятнику «Пушка» студентам, аспирантам и сотрудникам Московского университета, чтобы почтить память своих коллег, погибших за Родину.

Ректор Московского университета академик В.А. Садовничий: «За годы войны университет выпустил более 3 тысяч специалистов. Ученые МГУ своими научными достижениями внесли значительный вклад в дело обороны страны, развития ее экономики. Более 3 тысяч научных разработок было выполнено в МГУ за военное четырехлетие. Перед Главным зданием МГУ открыта уникальная выставка, на которой свершения более 20 наших ученых представлены в разрезе их научного вклада в Великую Победу. Это поистине героические имена и дела, приблизившие праздник 9 мая».

Среди представленных на выставке ученых – математик, будущий соавтор советского космического проекта Мстислав Келдыш. В годы войны им была разработана математическая теория флаттера, в результате чего советская авиация получила надежную защиту от вибраций и вызванных этим аварий. Химик Николай Зелинский предложил метод получения из нефти толуола – эффективного вещества для взрывчатки. Работы будущего нобелевского лауреата химика Николая Семёнова помогли

подобрать условия получения устойчивого к детонации топлива. Математик Андрей Колмогоров выполнил исследования о наиболее выгодном рассеивании снарядов при стрельбе по площадям, что помогло повысить эффективность огня советской артиллерии. Физик Дмитрий Скобельцын разработал прибор для точного определения по двум рентгеновским снимкам местоположения осколков снарядов в теле раненого. В лаборатории биолога Бориса Кудряшова был найден способ получения лабораторным путём тромбина – особого фермента, обладавшего способностью быстро свёртывать кровь. В документах Нюрнбергского и Токийского военных трибуналов, судивших фашистских преступников, нашли свое отражение разработки юристов МГУ об индивидуальной уголовной ответственности.

Мы не забудем и о подвиге «ночных ведьм» – советских лётчиц из 46-го гвардейского ночного бомбардировочного авиационного полка – единственного полностью женского полка за всю историю. Шесть студенток МГУ, воевавших в его составе – Руфина Гашева, Антонина Зубкова, Евдокия Пасько, Евгения Руднева, Екатерина Рябова (мехмат) и Полина Гельман (истфак) были удостоены звания Героя Советского Союза. Начальником штаба полка была студентка физического факультета МГУ Ирина Ракобольская, ставшая позже профессором родного факультета.

За героизм в боях с немецко-фашистскими захватчиками звания Героя Советского Союза были удостоены студентка мехмата Лариса Ратушная, профессор географического факультета Виктор Вольский, сотрудник НИИЯФ Георгий Тимушев, профессор юридического факультета Юрий Ткачевский, выпускник МГУ, поэт Мусса Джалиль и другие.

За 4 года войны 5000 студентов, аспирантов, преподавателей, сотрудников МГУ ушли на фронт и в ополчение, стали танкистами и лётчиками, артиллеристами и разведчиками, связистами и медсёстрами.

«Люди Московского университета били врага на земле и в небе. Более тысячи из них отдали жизнь за Родину. А те, кто вернулись после Победы в родной университет, продолжали служить Родине своим трудом: учили студентов, вели научные исследования, развивали Московский университет. И все они, несомненно, были настоящими героями. Всё это наша память о тех, кто отдал свою жизнь за Победу нашей страны в Великой Отечественной войне. 80 лет прошло с тех пор, как в мае 1945 года мы услышали слово «Победа». Но память о том, какую цену заплатил за нее наш народ, будет жить вечно», – подчеркивает Виктор Антонович Садовничий.

<https://msu.ru/news/novosti-mgu/vystavka-nauka-mgu-frontu.html>



АКУСТИКА И ОБОРОНА ОТЕЧЕСТВА К 80-ЛЕТИЮ ПОБЕДЫ В ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЕ

Заметка условно разделена на три части:

Подводный звук

Воздушная акустика

Медицина

В каждой части даны исторические сведения о важнейших разработках военных лет, их развитии после Победы. Указаны физические явления, лежащие в основе технических приложений, подчеркнута акустическая специфика. Тезисы по разделам:

П.1. Шиловский, Ланжевен; пьезоэффект и гидролокация. Потери в подводных сражениях. Сверхдальнее распространение, подводный звуковой канал (Эвинг, Бреховских). Размагничивание кораблей (Александров, Курчатов) и переход от магнитного к акустическому взрывателю мин; военные потери. Появление атомного флота и противолодочных подводных ракет. Векторные приемники, передача сигналов по каналу воздух-вода. Нелинейные явления и параметрические антенны.

П.2. Акустические средства обнаружения авиации (в эпоху до радиолокации, 1917-1940 г.). Станции орудийной наводки. Сильный звук в воздушной среде. Действие мощных излучателей и волн звукового удара. «Адский косильщик» Мясищева. Работы по созданию СПС нового поколения и направленной передаче звуковых сигналов УЗ лучом.

П.3. Развитие ультразвуковой диагностики с 1942 г. до современных сонографов (УЗИ). Интенсивный УЗ в послевоенные годы, хирургия (братья Фрай и Буров). Современное использование нелинейного УЗ. Радиационное давление, эластография. Тепловое, силовое и ударноволновое воздействие.

Введение: о специфике акустики (еще раз – для физиков)

Акустика ориентирована на приложения. В ней меньше фундаментального. Она мало занимается изучением свойств материи, пространства-времени и Вселенной. Однако можно указать эффекты, известные акустикам задолго до того, как их авторы получили признание в других разделах физики. Это, конечно, излучение при сверхзвуковом движении тела, описанное Доплером в 1847 г. и удостоенное внимания за слабый оптический аналог – эффект Вавилова–Черенкова (Нобелевская премия 1958 г. – Тамм, Франк, Черенков). Акустический эффект гораздо сильнее оптического; ударная «волна Маха» от сверхзвукового самолета, летящего на малой высоте, может использоваться как оружие.

А. Ашкин в 1987 г. создал «лазерный пинцет» для удержания и перемещения молекул, пересадил бактерии и вирусы из одного образца в другой. Нобелевская премия, 2018 год. Основой является давление света, наблюдавшееся П.Н. Лебедевым (памятник на ступеньках физфака) в 1899 г. Однако мало кто обращал внимание на очевидный факт: давление звука в 100 000 раз сильнее. Поэтому его наблюдал еще М. Фарадей в 1831 г., а «ультразвуковой пинцет» уже производился промышленностью за десятки лет до Ашкина (Р. Апфель).

Переходное излучение электромагнитных волн, предсказанное В.Л. Гинзбургом и И.М. Франком в 1945 г., в акустике обсуждается реже, чем в оптике. Однако акустический эффект и в этом случае гораздо сильнее оптического. Его наблюдал (слышал) каждый пассажир поезда, движущегося по мосту с периодически расположенными фермами, или при поездке в автомобиле мимо череды колонн или других конструкций, создающих сильные неоднородности границ.

Это примеры. Полный перечень «приоритетных» явлений – не цель этой заметки.

Укажем на особенности акустики, о которых часто забывают.

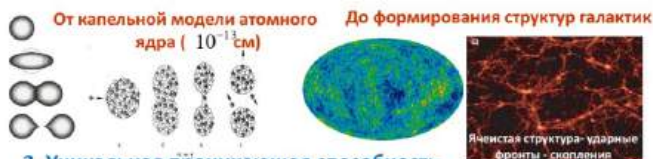
Акустические задачи выделяются гигантским диапазоном: от 10^{-13} см (капельная модель ядра) до межгалактических масштабов (формирование структур галактик).

Уникальная проникающая способность. Звук распространяется под водой на тысячи км, проникает сквозь Землю и тело человека.

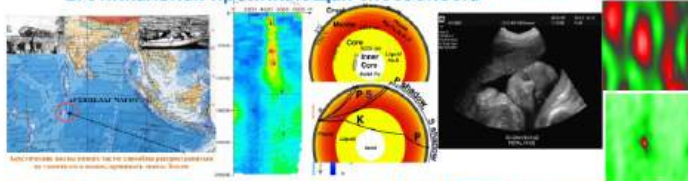
Акустика «разбросана» по всем естественно-научным отделениям РАН. На долю физики приходится порядка 20% всей акустики.

Что выделяет акустику:

1. Гигантский диапазон пространственных масштабов



2. Уникальная проникающая способность



3. «Разбросанность» - Присутствие во всех естественно-научных отделениях РАН



Гидроакустика: немного истории

Русский инженер К. Шиловский в 1912 году предложил прибор, основанный на посылке УЗ луча и его отражении препятствием. Шиловский придумал эхолотатор для предотвращения столкновения судна с плавающими льдинами. Вспомним: столкновение «Титаника» с айсбергом произошло именно в 1912 г. Во время 1-й мировой войны возникла идея использовать локатор для обнаружения немецких подводных лодок. Идею Шиловский осуществил вместе с П. Ланжевенем. Она заключалась в том, чтобы возбудить цилиндрический слюдяной конденсатор ВЧ звуковым генератором, создающим не слышимые УЗ колебания.



В 1917 г. Поль Ланжевен обратил внимание на пьезоэлектрический эффект, открытый Ж. и П.Кюри в 1880 г., чтобы сделать передатчики и приемники для применения под водой. Он использовал кварцевый приемник, электроламповый усилитель и в 1918 г. сделал преобразователь на основе слоев «сталь-кварц-сталь». С его помощью расстояние передачи сигнала было увеличено до 8 км.

Во время 2-й Мировой войны разработаны: торпеды с акустическим наведением, акустические морские мины и сканирующий гидролокатор. Всего Германия потеряла 781 подводную лодку.



В 1945 г. Эвингу удалось зарегистрировать звук небольшого взрыва на расстоянии более 3000 км. Распространение происходило в подводном звуковом канале (ПЗК). Л.М. Бреховских вскоре после войны, анализируя сигналы от подводных взрывов, обнаружил ПЗК в Тихом океане.



Нужно отметить, что по акустическим системам Германия и Англия заметно опережали СССР в годы войны.



ВОЙНА НЕКОНТАКТНЫХ МИН

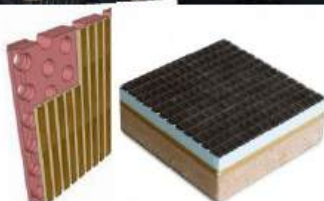


Рудольф Хёлль
(Германия) 1940
-Ак.взрыватель

Осенью 1939 г. англичане изучили принцип немецкого магнитного взрывателя. В СССР размагничиванием кораблей занимались А.П. Александров и И.В. Курчатов. Акустический взрыватель был очевидным следующим шагом после магнитного

За весь период второй мировой войны флотами воюющих государств было поставлено 675 тыс. мин, на которых подорвались и затонули около 4000 кораблей и 8000 получили серьезные повреждения.

Детально изучались акустические шумы кораблей и ПЛ

Кавитационная
эрозия гребного
винта +
Излучение шума

Гидроакустические пластины крепятся на легкий корпус подлодки снаружи с помощью герметика, фиксируются винтами и покрываются защитной краской. Вес пластины 80 кг, при этом для одной субмарины требуется 10 тысяч таких изделий. Российские спецпокрытия - лучшие в мире.

В послевоенные годы гидроакустические вооружения в СССР начали быстро совершенствоваться. Всего за работы в области военных приложений акустики присуждено 38 Сталинских, Ленинских и Государственных премий СССР (порядка 200 лауреатов). Начали детально изучать источники шума надводных и подводных кораблей, разрабатывать средства звукоизоляции и активного гашения шума. Особое внимание уделено акустической тишине атомных подводных лодок – основы триады стратегических вооружений. Именно ПЛ благодаря их скрытности обеспечивали все эти годы мирное развитие Отечества. Созданы винты специального вида с серповидными лопастями и насечками на них, создающими мелкий масштаб и быстрое затухание срывающихся вихрей. Специальные меры приняты для предотвращения кавитационной эрозии. Пузырьки газа, формирующие кумулятивные высокоскоростные (порядка км/час) струйки воды, не только разрушают винт, но создают сильные акустические поля.

Отметим работы по акустическому наведению подводных ракет в условиях сильного шума реактивных двигателей. В них приняли активное участие сотрудники физического факультета МГУ. Наш профессор Ю.М. Романовский с коллегами участвовал не только в разработке аппаратуры, но и в пусках этих ракет.

История их создания и принятия на вооружение – важнейшее событие для обороны Отечества. Дело в том, что США в начале 1950-х годов создали скоростной атомный подводный флот, борьба с которым с по-

мощью обычных торпед оказалась невозможной. Паритета удалось достичь именно благодаря высоким скоростям наших подводных ракет.



Подвеска реактивной торпеды РАТ-52 на Ил-28Т. 19.05.1970 г.
(Фото - Г.С.Шутов, <http://www.bellabs.ru/Fotab/>). Журнал «Авиация и космонавтика». № 10 / 2006.



Гл. конструктор -
Г.Я.Диллон.
Принята на
вооружение 4
февраля 1953 г.



Конечно, огромную роль в защите Отечества сыграли не только наши ученые, но и, прежде всего, инженеры, технологи и конструкторы аппаратуры. Выше было сказано, что акустика «рассредоточена» по отделению РАН. Кроме того, существует большое число КБ и заводов – производителей специальной техники. Это совершенно необходимо, поскольку только узкий специалист, знающий историю создания конкретных устройств и детали технических решений, способен к правильной модернизации. Однако во многих случаях необходимо создавать аппаратуру, работающую на новых физических принципах. И здесь без ученых не обойтись. Ученые исходят из «первых принципов» и могут предлагать совершенно новые решения. Приведу несколько примеров.

Физикам хорошо известен Институт прикладной физики РАН им. А.В. Гапонова-Грехова (Н.Новгород). На последних выборах в РАН (2025 г.) по отделению Физических наук были избраны в члены-корреспонденты 4 молодых человека (на 11 вакантных мест). В академики избрали двух человек. Это гораздо больше, чем в каком-либо другом из ведущих институтов России. Однако все думают, что ИПФ знаменит работами по сверхмощным лазерам и приборам СВЧ (гиротроны). Мало кто помнит, что ИПФ был организован в 1977 году для решения акустических задач, связанных с активной гидролокацией для дальнего обнаружения подводных лодок. Институт сильно продвинулся, чего не могли сделать технические КБ.

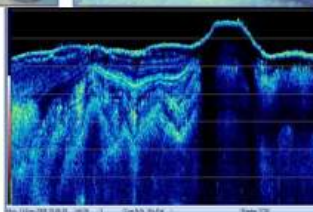
Примеры качественно новых проблем, потребовавших участия физиков
Низкочастотные (70-600 Гц) гидроакустические излучатели ЭМ типа,
созданные в ИПФ РАН



При участии
ИОФ РАН



**Освоение
Мирового океана,
разведка и
добыча ресурсов,
нефть на шельфе,
подводная связь,
ориентация под
водой**



Профилирование дна и слоев под
дном (нелинейный гидроакустический
НЧ излучатель – МГУ, ТРТИ)

Другой пример – нелинейные «параметрические» излучатели (ПИ) звука. ПИ состоит из обычного источника интенсивных ВЧ волны «накачки» протяженного участка нелинейной среды. Этот «столб» воды может быть длиной в десятки и сотни метров. В нем возбуждается НЧ волна и формируется ее диаграмма направленности. С помощью ПИ на частотах в несколько кГц удастся создать очень узкие диаграммы шириной 1° – 5° при размерах излучателя порядка десятков см. Для сравнения: обычные источники должны иметь апертуру диаметром 10 м. Гидроакустические ПИ используются для калибровки многокомпонентных антенн; для профилирования дна и осадочных слоев, обнаружения предметов под дном; для снятия частотной характеристики цели и классификации объектов; для акустической связи на мелководных акваториях в условиях донной и поверхностной реверберации; в доплеровских лагах для абсолютного измерения скорости судна. Много сделано учеными кафедры акустики МГУ и Таганрогского радиотехнического института.

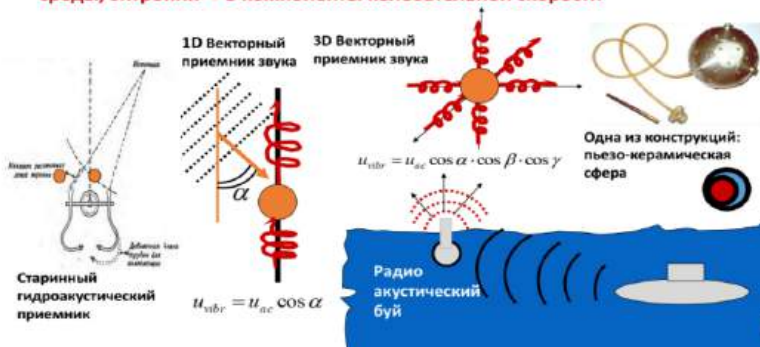
Третий пример – высокоскоростные подводные ракеты новых поколений. Принцип, предложенный учеными, использует явление «суперкавитации». Ракета летит под водой в газовом пузыре со скоростью самолета.



Четвертый пример – векторные приемники звука. Они имеют уникальную способность определять направление на источник звука «в одной точке». Старинные приемники представляли собой длинную трубку, на концы которой надеты резиновые груши – приемники акустических колебаний. Акустик («слухач»), в уши которого по двум волноводам поступали сигналы от груш, вращал трубку до положения, когда разность фаз двух сигналов обращалась в ноль. Нормаль к оси трубки при этом указывала направление прихода волны. Схема векторного приемника такова. Колебания приемной сферы могут происходить только вдоль направляющих стержней, причем они имеют различные амплитуды, пропорциональные косинусам угла между волновым вектором и каждым из стержней. Эти косинусы определяют направление прихода волны.

ВЕКТОРНЫЕ ПРИЕМНИКИ

«Скалярная» акустическая волна – это возмущения давления, плотности среды, энтропии + 3 компоненты колебательной скорости





Векторные приемники созданы на кафедре акустики и производятся во многих странах. Они используются, например, в радиоакустических буях. Буй плавает на поверхности моря, принимает гидроакустический сигнал от подводного объекта и передает его по радиоканалу на самолет или спутник. Такие буи массово сбрасываются с самолета. Они дешевые и хорошо соответствуют принципам современной войны.



Помимо радиоакустических буюв для реализации канала связи воздух-вода используется оптоакустический эффект. Лазерный луч вызывает несильное, но быстрое нагревание тонкого поверхностного слоя воды. Слой расширяется, возбуждая в воде акустическую волну.

На следующем рисунке перечислены ученые, внесшие существенный вклад в развитие прикладной акустики. Даны портреты «акустических долгожителей». По понятным причинам фамилии многочисленных инженеров - конструкторов уникальных акустических систем, не называются. На факультете хорошо известна лишь фамилия В.А. Бурова, который не только сконструировал, но и сделал прототип бортового устройства, за что в 1980 г. получил Государственную премию СССР.



ИЗВЕСТНЫЕ И НЕ ОЧЕНЬ (ПО РАЗНЫМ ПРИЧИНАМ) СПЕЦИАЛИСТЫ

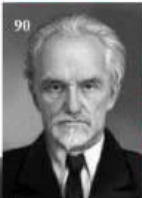


98
Юрий Михайлович
Сухаревский (1906 – 2004)
известен как выдающийся
пианист, но в течение 50 лет
он был также консультантом
– конструктором подводных
сонаров. Гос. премия СССР.
На 90-летнем Юбилее: «Я 50
лет не мог ничего
публиковать, и с юмором
читал банальные статьи
других авторов»

**Акустическими задачами для фронта
занимались физики: академики Н.Н.
Андреев, Л.М. Бреховских, В.И.
Векслер, Е.Л. Фейнберг, чл.-корр. Д.И.
Блохинцев, доктора Л.Д. Розенберг,
В.С. Григорьев, а также инженеры-
гидроакустики**



90
Сергей Николаевич Ржевкин (1891–1981)
Основоположник акустики в СССР



90
Николай
Николаевич
Андреев (1880–
1970) Академик
Основоположник
акустики в СССР



100
Виталий Анатольевич
Зверев (1924–2024)
специалист в области
радиофизики, акустики,
радиолокации,
голографии. Член-корр.,
Лауреат Гос. премии
СССР. Изобрел
параметрич.
гидролокатор



97
Лев Сергеевич Терпен (1886–1993).
Наиболее известный акустик

**Всего за работы в области военных приложений акустики присуждено 38
Сталинских, Ленинских и Государственных премий СССР (порядка 200 лауреатов)**

Воздушная акустика

Акустические сонары для пассивной регистрации шума начали использоваться с появлением первых самолетов и получили широкое применение в Первой и Второй мировых войнах. Общепринятое название – СОН (Станции Орудийной Наводки).

В настоящее время эта техника переживает второе рождение. С учетом возрастания роли малозаметных и маловысотных целей (крылатые ракеты, беспилотные аппараты, вертолеты, небольшие самолеты) актуальность создания автономных акустических информационных систем будет только возрастать. В основе конструкции акустических сонаров лежали направленные антенны, от которых усиленный сигнал по волноводам передавался к приемнику звука – оператору-акустику. Шумы улавливаются микрофонами, которые слышат беспилотники даже в режиме радиомолчания. Дальность обнаружения порядка 500 м. Возможно одновременное использование сонаров и радиолокаторов, которые дополняют друг друга.

Сказанное выше относилось к слабому (линейному) звуку в воздушной среде. В средствах массовой информации любят обсуждать тему «акустического оружия». Это не новая проблематика, но она до сих пор развлекает обывателя. Достаточно вспомнить «Иерихонские трубы», разрушившие крепостные стены, или роман Г. Адамова «Тайна двух океанов», где ультразвуковые пушки убивают кашалотов и пробивают канал для подводной лодки, попавшей в ледовый плен. Студенты кафедры акустики знают, что это невозможно. Периодические акустические волны



затухают тем сильнее, чем выше их интенсивность (эффект насыщения). В результате на заметные расстояния нельзя передать энергию, достаточную для разрушения. Это возможно лишь на дистанциях порядка десятков см.



Советский звукоулавливатель ЗТ-5. 1941 год. Во время войны усовершенствован Ю.М. Сухаревским и Д.И. Блохинцевым

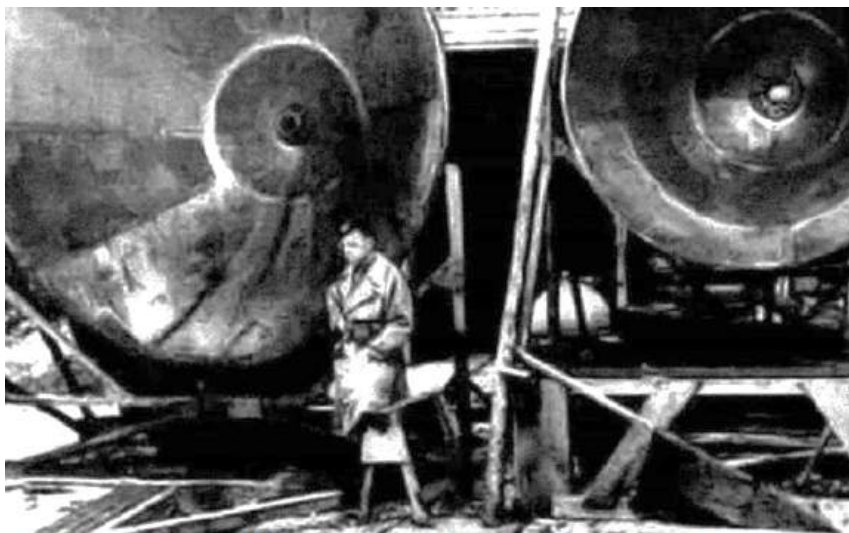


Средства обнаружения авиации, до появления радаров, 1917-1940 годы

Однако разговоры об акустическом оружии не лишены смысла. Такие системы должны периодически излучать одиночные импульсы (по-



следовательность микровзрывов). Дальше всех продвинулись немецкие инженеры. Во время войны в Германии был создан (в 1944г.) излучатель «Schallkanone», способный вызывать контузию. В центре параболического отражателя диаметром 3м был установлен инжектор с системой зажигания, в которую подавались кислород и метан. Взрывчатая смесь поджигалась через равные интервалы времени, создавая непрерывный грохот необходимой частоты. Известно, что для возбуждения интенсивного звука в воздухе необходимы большие амплитуды колебаний скорости (а не давления, как в конденсированной среде). Так, колеблющаяся мембрана старых громкоговорителей изготавливалась из бумаги. Немцы пошли дальше. В их акустической пушке роль очень легкой мембраны играл фронт ударной волны.



Люди, оказавшись вблизи этой адской конструкции, падали без сознания

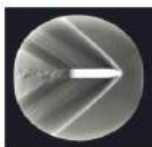
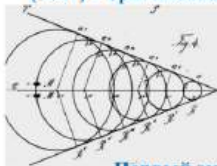
В настоящее время опять развернуты широкие изыскания по уменьшению звукового удара, вредно влияющего на людей и животных.

Утверждается, что это необходимо для создания новых сверхзвуковых пассажирских самолетов (взамен ТУ-144). Напомним, что подъемная сила на сверхзвуке создается «отдачей» на корпус самолета излучаемой ударной волны. Если как-то удастся подавить звуковой удар, самолет не полетит. Примером может служить аэродинамический профиль «биплан Буземана», при обтекании которого удар не возникает, но подъемной силы нет. Известно, что излучение акустической волны падает при удлинении

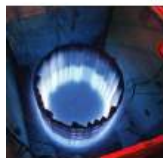


нии самолета обратно пропорционально 4-й степени его длины. Сильно удлинить профиль за счет «иглы» обтекателя не удастся. Возникают изгибные колебания (флаттер) и обтекатель обламывается. Р.В. Хохлов изучил вопрос об удлинении профиля за счет интенсивного лазерного луча, направленного вперед. К сожалению, поглощение в атмосфере излучения существующих лазеров недостаточно сильное для эффективного удлинения профиля. Изменение аэродинамики тоже мало что даст – повышенный расход топлива, видимо, ухудшит и без того высокую затратность сверхзвуковой авиации.

Предсказание эффекта: К.Доплер (1847) – оригинальный рисунок



Первый эксперимент - Э.Мах (1893)



Слабый оптический аналог – эффект Черенкова - открыт в 1934 г. Нобелевская премия (Тамм, Франк, Черенков) - 1958 г. В Нобелевских лекциях авторы признали 100-летний приоритет акустического явления – звукового удара.

Свечение Черенкова в ядерном реакторе

Звуковой удар (ЗУ)



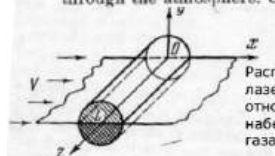
На малых высотах ЗУ опасен, на больших – очень неприятен

Белоконь В.А., Руденко О.В., Хохлов Р.В. «Аэродинамические явления при сверхзвуковом обтекании лазерного луча»

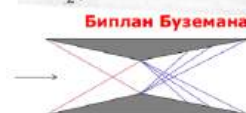
Акустический журнал, 23, 4, с. 632-634 (1977) |

J. Wallace, J. Paselak. Thermal blooming of a rapidly moving laser beam. Appl. Optics, 1976, 15, 1, 218–222.

J. A. Fleck, J. R. Morris, M. J. Feit. Time-Dependent Propagation of laser beams through the atmosphere. Univ. of California, Livermore, 1975.

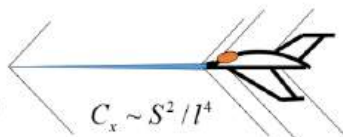


Расположение лазерного луча относительно набегающего потока газа



Биплан Буземана

ББ не создаёт ЗУ но не создаёт и подъёмной силы, поэтому использование ББ в качестве крыла невозможно



$$C_x \sim S^2 / l^4$$

C_x - Коэф.сопротивления

S - Площадь сечения

l - Длина обтекаемого тела



Зато обратное явление – увеличение «силы» звукового удара – технически вполне реализуемо. Впервые идея пришла в голову знаменитому авиаконструктору В.М. Мясихеву. Его сверхзвуковой аппарат «адский косильщик» был предназначен для массового поражения пехоты противника при полете на малых высотах.



М-25 «Адский косильщик» конструкции В.М. Мясихева. На высоте 50 м величина избыточного давления в ударной волне могла достигать 0.22 кг/см^2 . Уступ под фюзеляжем выпускался в боевом режиме

Приложения к медицине

Военная акустика стимулировала развитие УЗ техники и ее использование в медицине. Австрийский психиатр К.Т. Дусдик считается первым врачом, применившим ультразвук в диагностике. Он визуализировал опухоли головного мозга с помощью ультразвукового устройства в 1942 году. В послевоенные годы медицинская акустика начала бурно развиваться.

По данным 1998 г. на мировом рынке лидировали рентгеновские установки (как по объему продаж, так и по числу произведенных изделий). За ними шли магниторезонансные томографы и ультразвук. Однако в прошедшие годы рентген сильно сдал позиции (из-за вреда здоровью), а УЗ и МРТ вырвались вперед. Они заметно превосходят приборы лазерной и ядерной диагностики. Диагностические ультразвуковые сонографы (УЗИ) имеются практически во всех медицинских учреждениях.

Это все касалось диагностики. Если перейти к терапии и хирургии, то здесь нужен интенсивный звук.



«Пионерами» в медицинском использовании интенсивных акустических волн считают американцев – братьев Фрай (Bill and Frank). В 1946 г. в университете Иллинойс ими организована лаборатория биоакустики. Цель – создать ультразвуковую (УЗ) аппаратуру, разработать хирургические процедуры для мозга. До этого Фрэнк работал в Манхэттенском проекте, а Билл занимался теоретической физикой и созданием гидроакустических сонарных систем. В 1957 г. Мейерс вместе с братьями успешно провел первую УЗ операцию на головном мозге человека. Они лечили болезнь Паркинсона, разрушая с помощью УЗ определенные участки мозга.

Гораздо меньше известно об аналогичных работах нашего соотечественника, выдающегося инженера, чл.-корр. Академии архитектуры Андрея Константиновича Бурова (это отец нашего профессора В.А. Бурова). По оценкам многих людей, знакомых с его деятельностью, А.К. Бурова можно поставить в один ряд с инженерными гениями масштаба Владимира Григорьевича Шухова. Вот кое-что из сделанного А.К. Буровым.



Он построил несколько известных зданий в Москве и был одним из авторов нового архитектурного стиля. Здания находятся в центре Москвы, их видят и сегодня.

Буров – основоположник индустриального панельного домостроительства, смысл которого – изготовление панелей на заводе, монтаж – на стройплощадке. Первое такое здание – это «ажурный дом в Москве на пересечении Беговой улицы и Ленинградского проспекта. Он построен в 1939-1940 гг., задолго до начала массовой застройки «хрущевками».

Буров, изобретая облегченные строительные материалы, создал ряд новых композитов типа «фиберглас», армированных стекловолокнами.

Он изобрел и изготовил (в 1947 г., в до-лазерную эпоху) оптические волокна для передачи изображений и технологию производства кварцевых нитей высокого оптического качества. Предложил кодировать изображения, разрезая жгут волокон и поворачивая его на некоторый угол. Об этих работах никто не знает, даже специалисты по волоконной оптике.

Буров создал УЗ источники с рекордными (до сих пор) характеристиками.

Ш.-Э. Ле Корбюзье,
С.М.Эйзенштейн,
А.К.Буров. 1927г.

Некоторые из домов,
построенных по
проектам А.К.Бурова
в Москве



Первый
панельный
дом в СССР
(«ажурный»
дом у метро
«Динамо»,
1941 г)



При УЗ облучении злокачественных опухолей А.К. Буров наблюдал исчезновение метастазов. Об этом тоже ничего не известно. Информация получена из рассекреченных записей и фотографий А.К. Бурова, а также рассказов его сотрудников, доживших до начала 2000-х годов.

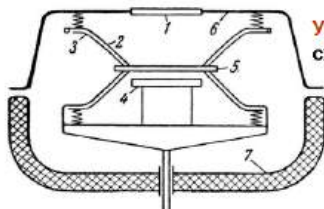
В Лаборатории Анизотропных Структур (ЛАС АН СССР)

зародилась нелинейная и биомедицинская акустика (1950-1957)
ЛАС была секретной. Организована А.К. Буровым.

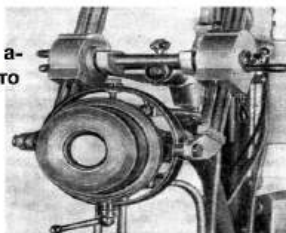
Решение о создании ЛАС подписал лично И.В. Сталин.

В ЛАС работали: С.А. Ахманов, В.А. Красильников, Л.К. Зарембо.

Ю.И. Китайгородский сделал радиогенераторы мощностью 100 kW, в диапазоне 350 kHz-2MHz. Преобразователями были пластины природного кварца диаметром до 12 см. Достигнуты интенсивности 500 W/cm² в параллельных нефокусированных пучках (Рекорд до сих пор)



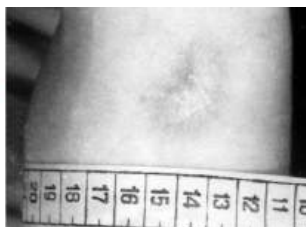
УЗ источник: а-
схема, б - фото



Клинические испытания производились академиком Н.Н.Блохиным в Институте экспериментальной патологии и терапии рака (преобразованном в Онкологический центр). Добровольцами были 12 больных меланомой на терминальной стадии. Полное исчезновение метастазов наблюдалось у большинства пациентов. Результат многократно превышал вероятность спонтанного самоизлечения.



*Первичная
меланобластома
на руке больного до
и после
воздействия
интенсивным
ультразвуком*



Позднее выдвинута гипотеза: из злокачественных клеток после их разрушения нелинейным УЗ выбрасывается фермент теломераза (теломеразу предсказал Оловников, 1971. За это получили в 2009 году Нобелевскую премию К. Грейдер и Э. Блэкберн). Освобожденный фермент стимулирует иммунный ответ. Т- лимфоциты уничтожают злокачественные клетки (В.А.Буров, Н.П.Дмитриева, О.В.Руденко. ДАН, Биофиз.биохим.мол.биол. 2002. № 3.). В пользу этой гипотезы свидетельствует эффективность автовакцины, испытанной в ЛАС в 1956 г. Гомогенизированная и облученная нелинейным УЗ опухолевая масса центрифугировалась, и жидкая фракция вводилась тому же больному животному. Через несколько дней злокачественный процесс подавлялся в 40-80% случаев. Однако, если вводилась твердая (осадочная) фракция, рост опухоли, напротив, усиливался.

Интенсивный ультразвук сегодня используется также для разрушения почечных камней и других биоконкрементов в теле человека, для измерения основного информационного параметра мягких тканей – сдвиговой упругости, для термического выжигания опухолей и заваривания кровеносных сосудов.

Таким образом, прогресс в создании военной техники неизбежно приводит к развитию гражданской науки и технологий.

Академик заведующий кафедрой акустики профессор О.В. Руденко

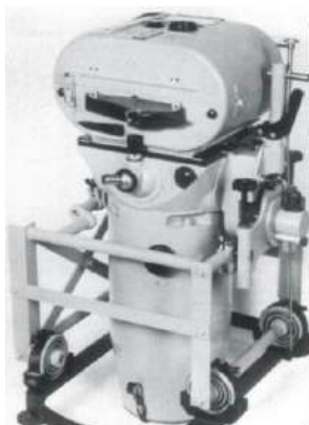
О МАСКИРОВКЕ МОСКВЫ В 1941 ГОДУ К 80-летию великой Победы

Москва — крупнейший промышленный, транспортный, культурный и административный центр нашей страны. Наш главный город. И конечно, к 1941 году ПВО Москвы была самой мощной в СССР. К тому же 4 октября 1932 была создана Местная система ПВО из 200-300 тысяч гражданских москвичей, которые учились на регулярных тренировках разбирать завалы, тушить пожары, эвакуировать раненых. А также Москва — единственный в стране на то время город, где работало метро, на 21 станции и в тоннелях которого помещалось до 600 тысяч горожан (к концу войны построили еще 7 станций). С 5 августа 1941 г. метро работало до 20 час, а с ноября лишь до 17 час, остальное время метро работало в режиме бомбоубежища. К счастью, немцы не имели стратегической бомбардировочной авиации, а возможности их фронтовых бомбардировщиков были ограничены и по дальности и по грузоподъемности. Максимальный вес фугасной бомбы не превышал 1800 кг. Поэтому о массированных и ковровых бомбардировках 10-тонными бомбами, которым подвергалась Германия с 1943 года и речи не шло. Немцы, опираясь на данные разведки, пытались прицельно разбомбить отдельные значимые объекты или поджечь их (70% домов Москвы были деревянными). Поэтому важное значение они придавали воздушной фоторазведке. Её создателем считают Теодора Ровеля (1894-1978): в 1935 году на аэродроме Штаакен была сформирована авиационная эскадрилья специального назначения — Fliegerstaffel zur besonderen Verwendung (Fliegerstaffel zbV) под его командованием. Основные самолеты фоторазведчики — это усовершенствованные бомбардировщики Do 17, Do 215, Ju 88, He 111 летавшие на высоте 8-9 км, и 2-местный высотный Ju 88R, поднимавшийся до 14,4 км и имевший гермокабину, исключавшую обморок экипажа и двигатели с системой впрыска закиси азота. [2, с.252]. Ju 88R летали над Москвой до июня 1944 г. и ни один из них не был сбит, так как он был недосыгаем ни истребителям, ни зенитной артиллерии [3, с.183]. Кабины советских самолетов тогда были не герметичными и не отапливаемыми, при температуре на такой высоте (-55°С) часто замерзала даже оружейная смазка.

Фотокамера Reihenbildner (Rb) 50/30 была одной из основных камер воздушной разведки. Она использовалась для съемки на средних и больших высотах (до 8500 м) и имела объектив Tessar с фокусным расстоянием 50 см, габариты 83 x 38 x 60 см, вес без кассеты 28,5 кг и фотопластинки размером 30 x 30 см. Для фотографирования с высот ниже 2000 м использовалась камера Rb-20/30, а для сверхбольших высот при-



меняли объектив с фокусным расстоянием до 150 см [2, с.123]. До 21 июля (за месяц) немецкие разведчики 9 раз пролетали над Москвой и 80 раз над Подмосковьем [1 с.24].



Высотная фотокамера Rb 50/30



Барaban для сушки свежих аэрофотоснимков

Регулярные полеты фоторазведчиков обеспокоили городское руководство и уже 22 июня в городе было введено затемнение. Плакаты предупреждали москвичей, что горящую спичку ночью с самолета видно за 800 м, а светящееся окно за 20 км.

Архитектор Б.М.Иофан(1891-1976), проектировщик «Дома на набережной», Дворца советов, а в будущем, и главного здания МГУ, еще в начале мировой войны (в 1939г.) задумывался над маскировкой города и тогда же начал ее разработку. Он планировал использовать «расчленяющую» или «иллюзорную» окраску, меняющую силуэт, которую еще в 1915 г. предложил для окраски кораблей севастопольский художник-пейзажист Юрий Шпажинский, а в 1917 году аналогичную окраску предложил художник-кубист Норман Вилкинсон, лейтенант английского флота, назвавший свой камуфляж «ослепляющим».

Ниже — пример работы немецких фоторазведчиков «Что и кто находится в Кремле?» (по состоянию на 1 сентября 1941 г.). На снимке есть несколько очевидных ошибок, например, Грановитая палата обозначена как квартира Сталина (на самом деле он жил на первом этаже здания Сената), в Арсенале значится Управление наркомата иностранных дел, а в Потешном дворце — Секретный отдел и тюрьма ГПУ. Почему-то подписаны лишь два из соборов — Успенский (на самом деле это колокольня Ивана Великого) и Архангельский.



Нижние три строки внизу фотографии гласят: *В настоящее время Красная пл. и зона в непосредственной близости к Кремлю застраивается разборными домами, а на ряд домов в Кремле нанесен камуфляж. Это сделано для того, чтобы характерные особенности Кремля слились с окружающими его кварталами.*

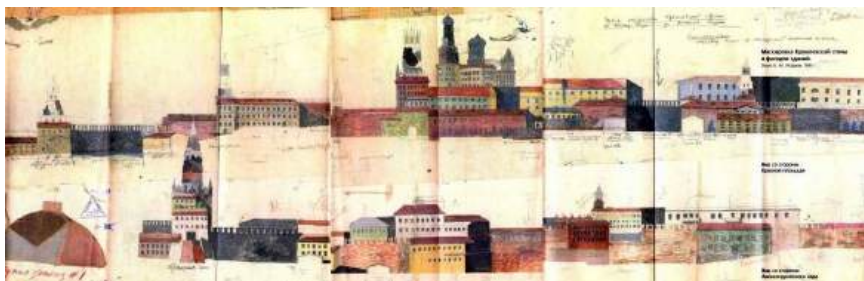


Свой план маскировки Кремля предложил и его комендант Н. К. Спиридонов. План Спиридонова предусматривал два варианта. Первый – плоскостная имитация: в основном перекраска крыш и открытых фасадов всех кремлёвских зданий и стен для создания на них перспективного вида городских зданий, что стало немедленно реализовываться. Второй вариант предусматривал проведение объёмной имитации. Чтобы дезориентировать противника, планировалось построить ложные городские кварта-



лы с комбинацией различных макетов по типу городских зданий: в Александровском саду, на территории Красной площади, Тайницкого сада, Большого сквера в Кремле.

26 июня группа архитекторов-академиков (Б.М. Иофан, Д.Н. Чечулин, М.В. Посохин, В.С. Андреев, И.И. Ловейко, Н.Д. Колли и др.) предложили замаскировать «расчленяющей окраской» Кремль, заводы, вокзалы, наркоматы, библиотеку им. Ленина, гостиницу «Москва», театр Красной Армии, Центральный телеграф, водонапорные станции и другие знаковые здания. 28 страниц этих рисунков Иофана было рассмотрено в 2010 г. и сейчас демонстрируются в Музее Победы на Поклонной горе.



Постановление ГКО "О СОЗДАНИИ СЛУЖБЫ МАСКИРОВКИ ПРИ МОСКОВСКОМ СОВЕТЕ" № 73с вышло 9 июля 1941 г.:

Разрешить Московскому совету создать из архитекторов и художников службу маскировки наиболее важных объектов г. Москвы...

Обязать службу маскировки Московского совета обеспечить маскировку таких объектов, как оборонные заводы, водопроводные станции, Кремль, Центральный телеграф, нефтехранилища и городские мосты. Обязать Наркомат химической промышленности выделить по заявке Московского совета необходимое количество красок для маскировки военных объектов.

Над маскировкой важных объектов Москвы трудились: главный художник Большого театра Федор Федоровский, главный архитектор Метростроя и Метропроекта Алексей Демушкин, при Академии архитектуры по распоряжению правительства была создана центральная проектно-маскировочная мастерская, (ее возглавил архитектор К. С. Алабян), которая выполнила 116 проектов раскраски зданий.

Кроме того, в разных частях города появились бутафорские заводы с трубами, элеваторы, нефтебаза и даже фальшивый лагерь красноармейцев с палатками и фигурами бойцов. В 5 км от Тушинского аэродрома



соорудили ложный, со статичными муляжами самолётов. Всего на ложные цели немцы сбросили 697 фугасных, 2521 зажигательных и 156 осветительных бомб. Например, на «элеватор» у села Плетениха сброшено 934 бомбы, а на «нефтебазу» в Томилино — 402 бомбы. Повсюду протянулись несуществующие дороги, а настоящие разрисовали под крыши домов или водоемы. На нескольких баржах на излучине Москвы-реки возвели муляжи — малоэтажные здания — и установили разнообразное освещение. Поле стадиона «Динамо» засадили елями.

Ниже приводится фото американской журналистки М. Бурк-Уайт (1904-1971), сделанное из окна гостиницы «Националь» в июле 1941 г. Отлично видно как девушки-маляры на Манежной площади рисуют плоскостную имитацию домов. Будучи нарисованными на земле при взгляде сбоку они выглядели как объемные.



На месте знаковых зданий ставили маскировочные покрытия. Так на мавзолее Ленина (тело которого с 7 июля находилось в Тюмени, хотя почетный караул у мавзолея продолжал стоять всю войну) построили трехэтажный фанерный дом с мезонином. Маскировка с мавзолея и Кремля была снята только на время парада 7 ноября, благо день этот был туман-



ный и пасмурный. Красная площадь была засыпана песком или покрыта сеткой с травой. Часть Тайницкого сада и трибуны перекрыли подвешенными полотнищами, раскрашенными под крыши зданий. Были перекрашены фасады дома № 2 Наркомата обороны и ГУМа. К 9 августа маскировку в основном завершили, хотя продолжали совершенствовать всю войну. Зеленые кремлевские крыши покрасили в коричневый цвет (обычный для московских крыш). На мерлонах (зубцах) кремлевских стен надстроили фрагменты домов, а на самих стенах нарисовали окна и двери. Золотые купола церквей, после снятия с них крестов, покрасили в серый цвет, а стены соборов стали черно-серыми, как это видно на нижеприведенном рисунке.



Вокруг Александровского сада по его внешнему периметру установили декорации, имитирующие городские здания. Около Тайницкой башни Кремля соорудили ложный мост, посыпанный черной золой. В Тайницком саду стояла зенитная батарея. Кремлевские звезды погасили и закрыли деревянными футлярами, что сильно увеличило их парусность (позже футляры заменили на сетки). Территорию Кремля и кварталы вокруг него завесили полотнищами с нарисованными на них декорациями многочисленных улочек и переулков



Удивительно, но 6-8 октября 1941 г. (!) свершилась передвижка 4-этажного 16-тысячетонного дома по ул. Горького 11, постройки 1820-го года вглубь Брюсова переулка на 49,3 м (теперь это дом №21). Подготовка к передвижке началась еще в марте, и война ее не остановила. Интересно, что подумали немцы, увидев переместившийся за пару дней на полсотни метров дом на улице Горького?

Вот несколько примеров маскировки известных московских зданий.



Фасад Манежа был разбит на три разноразмерных разноцветных части.



А фасад Большого театра был раскрашен как шесть небольших «домов» Правый верхний угол скрыт бутафорскими кустами из реквизита театра [1, с.31]. До сентября 1943 года труппа ГАБТа (500 чел) находилась в Куйбышеве.

29 июля на «Дугласе» майоры госбезопасности Шпигов, Баданин и художник ГАБТа Ф.Ф.Федоровский облетели Москву на высоте 1000 м и вынесли свой вердикт:

"Окраска кремлевских стен и фасадов кремлевских зданий под перспективу города дает положительные результаты. Немаскированные здания (корпус №1, Большой Кремлевский дворец, Иван Великий и пр.) резко выделяются и подлежат обязательной перекраске... Окраска площадей, расположенных вокруг Кремля, под фон городских зданий даёт положительные результаты при плановом наблюдении и при перспективном свыше 45°. При наблюдении под меньшими углами поверхности площадей не видны (они закрыты рядом расположенных высоких зданий), но отсутствие объёмных форм на площадях отделяет кремлёвские стены от городских зданий, окаймляющих площади. Это явление воз-



можно только на низких высотах; при наблюдении с боевых высот оно практического значения не имеет, т. к. угол наблюдения значительно увеличится. Учитывая эффективность окраски площадей, следует расписать пл. Моссовета, Пушкинскую площадь и среднюю часть ул. Горького от Моссовета до Манежной пл. (с задачей показать окончание Горьковской магистрали у пл. Моссовета), т. к. они могут служить ориентирами на подходах к Кремлю.

Кровли макетов, установленных по склону Тайницкого сада, с высоты 1.000 метров отличаются от кровель действительных зданий по качеству фактуры (иное отражение света); возможно, что с больших высот макеты будут более приближаться к действительности. Необходимо воздушным наблюдением проверить с высоты 2-3 тысячи метров как эти макеты, так и макеты, изготовленные из окрашенного полотна.

ШПИГОВ, ФЕДОРОВСКИЙ, БАДАНИН (ЦА ФСБ РФ, ф.17, оп. 25, д. 10, л. 216-216)

Есть мнение, что немцы отслеживали маскировочные изменения в ландшафте Москвы и учитывали их при бомбардировках. Из сбитых немецких самолетов извлекались точные карты города в масштабе 1:25000 и 1:40000 с верно нанесенными стратегическими целями [1, с.27]. Доказательство – немалое число бомб, падавших на Кремль до 29 марта 1942 г. (15 фугасных и 150 зажигательных) [1 с.118]. Однако фашисты тратили драгоценные минуты на то, чтобы подлететь поближе к фальшивке и, покружив над ней, разобраться, реальный это объект или нет. И часто во время таких замешательств они встречали огонь советских зениток.

Всего за 95 ночных и 30 дневных налетов к столице прорвалось 7202 немецких самолета. 9 июня 1943 на Москву упала последняя бомба, так как зазвучавшие уже далеко отогнали от столицы. Всего за два года в Москве было повреждено 5584 дома, 90 госпиталей, 253 школы, 19 театров и Домов культуры. Погибло 2196 человек. Маскировку начали снимать только в 1944 году и полностью сняли к марту 1945. Но краска крепко въелась в купола кремлевских церквей, и её и сейчас можно найти на одном из колоколов колокольни Ивана Великого. А стеклянную крышу ГУМа закрасили черной краской так основательно, что после войны пришлось менять всю кровлю.

1 Д.Б.Хазанов Войска ПВО на защите Москвы 1941-1945 М.Пятый Рим 2017.

2 Д.М.Дегтев Д.В.Зубов Всевидящее око фюрера М, Центрполиграф 2017.



З М.В. Зефиоров, Д.М. Дегтев, Н.Н. Баженов Самолеты-призраки Третьего рейха. М АСТ 2007

Сотрудник НБ МГУ В.Лукашик

НОВЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ СТАНДАРТЫ И ПРОБЛЕМА КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАНИЯ

Президент России Владимир Путин в преддверии дня российской науки на заседании Совета по науке и образованию, которое состоялось 6 февраля 2025 года, озвучил данные опроса общероссийского «Народного Фронта», из которого следует, что большинство россиян высшее образование не обеспечивает необходимыми практическими навыками для реальной работы. Президент обратил внимание на то, что 38% опрошенных заявили, что полученное образование им не пригодилось. Он также отметил «низкий уровень качества подготовки специалистов, которые в конечном итоге и не нужны никому» [1]. Перечисленные проблемы требуют особого внимания к качеству нормативно-правового обеспечения отечественной системы высшего образования, разработке образовательных стандартов нового поколения.

Несколько позже, но также в феврале текущего года Министром Минобрнауки РФ в виде презентации было представлено «Нормативное регулирование новой модели высшего образования: принципиальные изменения – новое образование – каким оно будет» [2]. Фактически был представлен проект Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения (рис. 1), в котором социогуманитарная и фундаментальная составляющие не включают категорию «компетенция» как результат освоения основных образовательных программ высшей школы, предложив традиционную оценку качества образования в виде набора знаний, умений и навыков обучающихся. Это была знаковая подвижка в сторону знаниевой образовательной модели, традиционно используемой отечественной высшей школой.

В результате можно было бы рассчитывать на усиление фундаментальной составляющей основных образовательных программ высшей школы, их научности. А это означает появление нового ресурса повышения качества образовательных программ высшей школы. Однако в про-

фессиональной составляющей не только превалирующим, но единственным инструментом оценки результатов её освоения, как это следует из представленного макета образовательного стандарта ФГОС ВО (рис. 1), являются профессиональные компетенции.

Фактически это означает сохранение «болонских» конструкторов в части профессиональной составляющей образовательных программ, что подразумевает сохранение компетентностной образовательной модели выпускника, ориентирующей высшую школу на подготовку потребителей чужих творческих идей, проектов и технологий. Ибо рассчитывать на подготовку исследователя, не вооружив его фундаментальными профессиональными знаниями, более чем наивно.

МИНОБРАЗОВАНИЕ РОССИИ							
СТРУКТУРА ФГОС ВО (Проект)							
Социогуманитарная часть							Преемственность со стандартами прежних поколений
Единое ядро - 2 года	Единая для всех УТС	Фиксированный перечень дисциплин и зачетных единиц	Результат освоения – знания, умения, навыки	Единые федеральные программы дисциплин	Единые оценочные материалы	Формирует творческую, думающую, патристически настроенную личность	ГОС ВПО
	Фундаментальная часть						
	Единая для каждой УТС	Примерное наименование дисциплин. Минимальный объем зачетных единиц	Результат освоения – знания, умения, навыки	Программы дисциплин разрабатываются вузом на основе федеральных рекомендаций	Промежуточная аттестация – экзамен в форме решения ситуативных задач	Владение понятийным аппаратом, критическое мышление, логика, системное понимание ключевых концепций	ФГОС ВПО ФГОС ВО
Возможность перевода в рамках одной УТС							
Профессиональная часть							
2-4 года	Гибкая в зависимости от профессии, отрасли и запросов рынка труда	Наименование дисциплин и объем зачетных единиц определяются вузом	Результат освоения – профессиональные компетенции (профстандарт)	Программы дисциплин разрабатываются вузом. Фиксированный минимальный объем практики. Практика (в том числе на рабочем месте)	Оценочные материалы разрабатываются вузом	Получение квалификации по виду профессиональной деятельности	ФГОС ВО
Дополнительные квалификации во время обучения. Педагогика. Иные (по усмотрению вуза)							

Рис. 1. Структура ФГОС ВО (проект Минобрнауки РФ) [1]

При разработке образовательных стандартов предшествующих поколений во главу угла были поставлены, прежде всего, профессиональные компетенции. Фактически была утрачена воспитательная функция высшей школы, что является, наряду с потерей фундаментальности и междисциплинарности образовательных программ, одной из главных причин снижения качества отечественного высшего образования. Ведь профессиональные компетенции всего лишь практическая составляющая квалификации специалиста, становление которой происходит преимущественно в процессе трудовой деятельности после освоения образовательных программ высшей школы и получении диплома о высшем образовании.

Как только компетенциям в ФГОС ВО отводится «главенствующая» роль, сразу же компетенции переводят образование в практическую



плоскость, лишая его научности и глубины понимания учебных дисциплин. Высшее образование перестает быть высшим и замещается обучением определенному ремеслу. Собственно, именно это и произошло в отечественном высшем образовании с переходом на «болонскую» модель организации учебного процесса, от которой, как утверждает Министр, отечественная высшая школа пытается отказаться. Как-то странно получается: утверждать можно одно, а предлагать несколько другое в качестве проекта одного из системообразующих нормативных документов высшей школы.

Согласно ФГОС ВО нового поколения выпускник вуза получает квалификацию по виду профессиональной деятельности. Но, как известно, квалификация в соответствии с Федеральным законом «Об образовании в Российской Федерации» (ФЗ-273) определяется «как уровень знаний, умений, навыков и компетенций, характеризующий подготовленность к выполнению определенного вида профессиональной деятельности» (ст.2, п. 5), тогда как профессиональная квалификация работника определена Трудовым кодексом Российской Федерации (ФЗ-197) как уровень знаний, умений, профессиональных навыков и опыта работы работника (ст. 195.1), существенно отличаясь от квалификации выпускника.

Как видится автору, квалификация в ФГОС ВО должна включать весь набор результатов освоения социогуманитарной, фундаментальной и профессиональной составляющих. Только где же профессиональные знания, умения и навыки в обсуждаемом макете ФГОС ВО нового поколения? И, наконец, что подразумевают компетенции выпускника высшей школы. Это вопрос не только к авторам предлагаемого макета ФГОС ВО, но и к ФЗ-273, поскольку на законодательном уровне до сих пор нет определения образовательной категории «компетенция выпускника высшей школы», её содержательного наполнения.

Что нужно, чтобы профессиональные компетенции выпускника соответствовали профессиональным компетенциям работающего специалиста, которых в профессиональном стандарте все ещё нет. А если и появятся, то должны, прежде всего, соответствовать компетенциям состоявшегося специалиста. А тогда для формирования профессиональных компетенций такого уровня потребуется основательное погружение выпускника высшей школы в реальную профессиональную среду. Но на какой срок, чтобы освоить профессиональные компетенции требуемого работодателем уровня? Достаточно ли тех практик, которые предусмотрены ФГОС ВО? Или же работодатель в профессиональном стандарте, наряду с компетенциями работающего специалиста, должен совместно с представителями вузов формулировать требования к профессиональным компетенциям выпускников высшей школы с учетом принятой структуры



учебного процесса, исходя из того объема времени, которое отведено в образовательной программе для их формирования. Может быть, речь должна идти о коренной реструктуризации действующих образовательных программ и учебных планов высшей школы? Но даже в этом случае разве только интересы и требования работодателя должны определять качество высшего образования? Тем самым снова и снова возникает проблема синхронизации образовательных и профессиональных стандартов.

Попытки сопряжения академических компетенций выпускника высшей школы и трудовых функций работающего специалиста при нынешней организации и нормативном обеспечении учебного процесса при соотнесении ФГОС ВО и ПС оказались малопродуктивными. Поскольку принятая интерпретация сопряжения сферы образования и сферы труда ставит рассматриваемую проблему «с ног на голову». Негативные последствия внедрения профессиональных стандартов в высшей школе, ограничивающие свободы вузов вплоть до того, что нормативное обеспечение системы аттестации должно разрабатываться с учетом требований ПС, что способствует обесцениванию не только статуса государственного диплома о высшем образовании, но и собственно высшего образования, особенно университетского.

В действительности в каждом конкретном случае сопряжения необходимо решать обратную задачу, определяя компетенции выпускника высшей школы с учетом, прежде всего, результатов анализа востребованности профессиональных компетенций работающего специалиста определенной профессии, преобразуя профессиональные стандарты с учетом ключевых моментов системного целеполагания образовательных институтов отечественной высшей школы.

Тем самым компетентностный подход позволил бы соединить реальную профессиональную среду и реальный учебный процесс без ущерба для основных образовательных программ формального высшего образования, трансформируя приобретённые знания, умения и навыки в инструменты разрешения проблем и задач сферы труда. Такой подход способствовал бы повышению качества образования выпускников высшей школы, исключая негативные последствия внедрения профессиональных стандартов в высшей школе.

Заключение

В итоге предложенный проект Минобрнауки РФ нуждается в существенной доработке. В качестве альтернативной возможности следовало бы отказаться от применения категории «компетенция» при оценке результатов освоения основных образовательных программ высшей школы, ограничившись её использованием в системе дополнительного профес-



сионального образования при повышении квалификации сотрудников уже имеющих диплом о высшем образовании.

Формирование более комфортной и глубоко функциональной среды вуза – это неперемнная составляющая повышения качества образования выпускников высшей школы, обеспечение высокого уровня их профессионализма. Ключевой задачей вузов в борьбе за повышение качества образования становится создание новых и развитие традиционных специальностей, подготовка востребованных специалистов, новый уровень образования которых отвечал бы требованиям ключевых отраслей народного хозяйства страны.

Разработка адекватного нормативно-правового сопровождения учебного процесса, сопряжение сферы образования и сферы труда должно способствовать преодолению трудностей, которые испытывает отечественная высшая школа последние десятилетия.

Отечественная высшая школа, находящаяся в процессе интенсивных преобразований, является одновременно и объектом, и субъектом происходящих изменений. Сохранение, а по возможности и укрепление субъектности высшего образования выступает в качестве базового концептуального принципа реформы национальной системы образования, основы её суверенности. Очевидно, что обновленная система высшего образования России должна стать заботой всех участников образования.

Поучительным примером может стать участие студенческого совета физического факультета МГУ в контроле качества образования на факультете [3]. Студенческие предложения, направленные на повышения качества образовательного процесса и аккумулируемые студенческим советом, затем учитываются при корректировке организации образовательной деятельности факультета, делая образование более качественным, а студенческую жизнь и учёбу на факультете комфортнее.

В процесс обновления высшего профессионального образования должны быть включены не только бюджетные возможности, но и повышение социального статуса как обучающихся, так и преподавателей вуза, создание условий для стимулирования профессорско-преподавательского состава высшей школы. Именно это определит успех преобразований отечественной образовательной сферы.

Литература

1. Заседание Совета по науке и образованию. Обсуждались вопросы обеспечения приоритетных направлений научно-технологического развития инженерными кадрами.

<http://www.kremlin.ru/events/president/news/76222>

2. Валерий Фальков. Нормативное регулирование новой модели высшего образования: принципиальные изменения – новое образование – каким оно будет. 14.02.2025. fumo22.misis.ru/wp-content/uploads/2025/03/

3. Контроль качества образования на факультете.



<https://www.phys.msu.ru/rus/about/studencheskie-organizatsii/>

*Заслуженный работник высшей школы,
профессор В.С. Сенашенко*

К 250-ЛЕТИЮ «НЬЮТОНА ЭЛЕКТРИЧЕСТВА»



Андре-Мари Ампер — по словам Максвелла — «Ньютон электричества», выдающийся французский ученый, физик, математик и химик, биолог и лингвист, в честь которого в 1881 г. была названа одна из основных электрических величин — единица силы тока, автор самого термина «электро-динамика» как наименования учения об электричестве и магнетизме, один из основоположников этого учения, член Парижской академии наук (1814), Лондонского и Эдинбургского королевских обществ (1827), иностранный член многих академий, в том числе Санкт-

Петербургской (1830) — родился 22 января 1775 г. в г. Лион в династии ремесленников. Прадед ученого Жан-Жозеф был не только опытным каменотесом, но и выполнял сложные строительные и реставрационные работы, а его сын Франсуа уже стал типичным просвещенным городским буржуа, представителем довольно зажиточного третьего сословия и женился на дворянке.

Отец Андре-Мари, Жан-Жак Ампер (1733 –1793) получил хорошее образование, владел древними языками, собрал прекрасную библиотеку,



живо интересовался идеями просветителей. Мать – Жанна-Антуанетта Сарсей-де-Сатьер была из семьи богатых купцов. У него были две сестры – Антуанетта, старше него на семь лет и Жозефина, родившаяся день в день на 10 лет позже. С трехлетнего возраста Андре-Мари уже с огромным интересом слушал, как отец пересказывал ему отрывки из «Естественной истории» Ж.-Л.Бюффона (1707 – 1788), узнавая об окружающем его мире, о жизни животных и птиц. Призывал «учиться у природы».

Революция застала Жан-Жака Ампера на купленной незадолго до этого должности королевского прокурора и королевского советника в Лионе, куда семья недавно переехала из поместья Полемье-о-Мон-д'Ор расположенном в 12 км от Лиона (сейчас здесь музей Ампера).

Читать он начал примерно с четырех лет, к 14 годам залпом прочитал подряд все статьи из всех 36 томов «Энциклопедии наук, искусств и ремёсел» Дидро и Даламбера. Друг отца, аббат Дабюрон, главный инспектор и библиотекарь Лионского лицея, достал для 14-летнего Андре сочинения знаменитых математиков Бернулли и Эйлера, курс физики профессора Молле. Чтобы их прочесть Андре в несколько недель изучил латинский язык. На 18-м году жизни он завершил изучение трудов Лапласа, «Аналитическую механику» Лагранжа и некоторые другие разделы механики, математики и физики. Чтение было единственным источником его знаний. Других учителей у него не было, он никогда не ходил в школу, не сдал за всю свою жизнь ни одного экзамена. Тем более поразительно, что в конце жизни Ампер, впад в глубокую депрессию, вообще почти перестал читать, и многие книги, попав на полки в его библиотеке, так и оставались неразрезанными.

Помимо всего прочего, Андре Мари любил поэзию и был поэтом. сочинил эпическую поэму «Америсид» (посвященную Колумбу).

Падение Бастилии семья Амперов встретило с энтузиазмом. Однако вскоре глава семейства, Жан-Жак, придерживался, и поплатился за свои умеренные взгляды. В Лионе во время революции свирепствовал одержимый мистическими идеями революции лютый и алчный якобинец Мари Жозеф Шалье, вместе со своими подручными, он клеветал на, ни в чем не повинных людей, грабил их и обрушивал на них всевозможные кары именем революции.

Лионцы восстали против зверств якобинцев, восстание было подавлено и жирондист Жан-Жак Ампер, осудивший Шалье (хотя его действия были, как раз продиктованы намерением спасти вожakov якобинцев от ярости толпы) был гильотинирован 24 ноября 1793 г. а его имущество было конфисковано.

Это было страшное потрясение для всей семьи, к тому же перенесшей в 1788 г. еще один удар — от туберкулеза умерла 20-летняя Антуанетта, старшая сестра Андре.

Можно сказать, что спасли Андре-Мари, вернули его к жизни книги.

Ампер не просто читал, он изучал, творчески усваивая прочитанное. Уже с 12-14 лет он представлял математические мемуары в Лионскую академию, писал научные труды по ботанике, изобретал новые конструкции воздушных змеев (октябрь 1795 г.), трудился над созданием нового международного общечеловеческого языка.

Перенесенные душевные травмы почти на два года выбили Андре-Мари из колеи. Только к 20 годам он вновь обретает тягу к книгам и знаниям. Но когда, казалось, он начал поправляться после ударов, на взгляд многих окружающих, его поведения оставалось странным. Он часто бродил в одиночестве в окрестностях Полемье, неряшливо одетый, вооруженный палкой, в громадном картузе и тяжелых крестьянских ботинках большего, чем нужно, размера, порой громко и размеренно скандируя латинские стихи, или, разговаривая сам с собой, задавал себе вопросы и отвечал на них. К тому же, он очень близорук, но узнает об этом только в 20-летнем возрасте благодаря случайности. Летом 1796 г. Андре-Мари ехал в экипаже к реке Соне со своим другом Пьером Балланше (1776 – 1847), и тот, чтобы посмеяться, надел свои очки на нос Амперу. Эффект потряс: Андре-Мари представилось всё в прояснившемся виде, в том числе растения, до сих пор казавшиеся ему окутанными дымкой. Очки вернули Ампера к чтению книг, ставшим снова его любимым занятием. В молодости Ампер не проявлял интереса к изобразительному искусству, а музыкой заинтересовался только к 30 годам. Ампер к этому времени стал равнодушен к религии и даже прекратил выполнять церковные обряды.

Наверное, одним из главных импульсов, вернувших Ампера к активной жизни, стала его встреча в 10 апреля 1796 с золотоволосой и голубоглазой Катрин (Жюли) Каррон (1774 – 1803), жившей с сестрой Элизой и матерью в соседнем имении. Ампер влюбился сразу и ей он посвятил свои стихи.

*Золотистых волос и лазурных очей
Не могу позабыть я во мраке ночей,
Словно в чистое млеко упали цветы,
Так лицо твоё мне воскрешают мечты.
И богов олимпийских достойна самих
Бесконечная нежность улыбок твоих.
И все кажется мне: сквозь чарующий сон
Голос твой я услышал — навеки влюблен.*



Но согласия на свадьбу не имевшему доходов Амперу удалось добиться только через три года. Родители невесты даже пытались найти ему работу в торговле, но, к счастью для науки и для самого Ампера, эти попытки не увенчались успехом. 12 августа 1800 г., родился сын Амперов, которого в честь деда назвали Жан-Жаком. Он стал известным филологом.

Еще до женитьбы Ампер начал преподавать, давая в день до 12 уроков по математике. Теперь же ему удалось выхлопотать место учителя в Центральной школе г. Бурга, в 60-ти км от Лиона. Пройдя 19 февраля 1802 г. собеседование в Комиссии, он был признан подготовленным для проведения уроков космографии, механики и химии.

Школа была бедной, и Ампер за свой счет Ампер нанял помещение для лаборатории, купил мебель и оборудования. Лаборатория получила электростатическую машину, воздушный насос, металлическую реторту, ртутную ванну, барометр, небесный глобус диаметром 0,4 м и другие приборы. Жалование учителя было небольшим, и приходилось искать дополнительного заработка, давая еще уроки в частной школе Дюпре и Оливье. В 1802 году Ампер опубликовал свою первую научную работу «Рассуждения о математической теории игр». Эта работа была представлена «Обществу соревнования департамента Эн». На докладе присутствовал член Французской академии наук, астроном и выдающийся математик Жозеф Лаланд (1732 – 1807), оценивший этот труд по достоинству. 26 июля 1802 года Ампер был избран членом этого научного общества.

4 апреля 1803 года декретом Консульства Ампер был назначен преподавателем математики в третьих и четвертых классах Лионского лицея. К этому времени он известил Академию наук о завершении своей работы «О применении методов вариационного исчисления к задачам механики». 17 апреля Ампер приступил к исполнению новых обязанностей в Лионе. Несмотря на большую педагогическую нагрузку, Ампер не оставляет научную работу. Именно в это время во вступительной лекции в Центральной школе в 1802 г., а еще раньше — на Заседании Лионской академии, в присутствии Вольта, он впервые высказывает мысль, что магнитные и электрические явления могут быть объяснены исходя из единых принципов в области математики. На первый план выходят исследования по теории вероятностей. Они были замечены в Академии наук, где, в частности, на них обратил внимание Лаплас (1749-1827).

За труд «Рассуждения о математической теории игр» 20 октября 1804 г. Ампер зачисляется репетитором Политехнической школы в Париже. Переезд в Париж произошел вскоре после того, как Ампер овдовел. Жюли скончалась утром 13 июля 1803 года, оставив трехлетнего сына



Жан-Жака на руках мужа и его сестры, которая отказалась из-за этого от создания собственной семьи. Потеря обожаемой жены повергла его в отчаяние и религиозное смятение.

Среди первых преподавателей Политехнической школы был Жозеф-Луи Лагранж и Гаспар Монж, Пьер Лаплас и Клод Бертолле. Начав работать репетитором, Ампер уже через несколько лет стал профессором математического анализа (именно труды по математике открыли, заметим, Амперу дорогу в Парижскую Академию наук).

Вскоре в Политехнической школе появился 24-летний Араго, с которым Ампер проводил впоследствии важные совместные исследования. Отношение к Амперу коллег, среди которых было немало действительно крупных ученых, было вполне благожелательным (несмотря на непопулярность у студентов странно одевавшегося и вообще странно державшегося преподавателя), его научная работа шла успешно, но душевная рана, нанесенная потерей жены, была мучительной. Может быть, этим объясняется возникший у него, но не оказавшийся плодотворным интерес к психологии.

Движимые лучшими чувствами, друзья Ампера познакомили его с семейством бывшего члена Лионской академии Жаном Пото, в котором была дочь «на выданье», 26-летняя Жанна-Франсуаза. Свадьбу сыграли 1 августа 1806 г. Пото выдвинул зятю поистине кабальные условия брачного контракта. Например, погасить долг 7200 франков за покупку мебели. А вскоре доверчивого, простодушного и беззащитного в своей наивности Ампера вместе с маленькой дочерью Альбиной (1807 – 1842), и вовсе выгнали из дома, и ему пришлось обрести временный кров в Министерстве внутренних дел.

Число профессиональных обязанностей Ампера, от которого постоянно требовали денег, тем временем возрастало. Он назначается на должность экзаменатора по механике в первом отделении Политехнической школы, он работает (до 1810 г.) в Консультативном бюро искусств и ремесел, а с осени 1808 г. по назначению императора Наполеона в должности главного инспектора университета. Эта последняя работа, взявшая за которую Ампера вынудили стесненные материальные обстоятельства, требовала постоянных разъездов и отнимала особенно много времени и сил. Он отдал этой изнурительной работе 28 лет,

В течение 1809 года Ампер свободное время посвящал теории строения вещества, в частности вопросу о форме, весе и расположении атомов, а также с успехом работал над интерпретированием главных законов химии на основе атомической гипотезы о строении материи. К его достижениям в области химии следует отнести открытие, независимо от Авогадро, закона равенства молярных объемов различных газов, который



по праву следует называть законом Авогадро – Ампера, а также первую попытку классификации химических элементов на основе сопоставления их свойств.

Среди хорошо знавших его людей Ампер славился рассеянностью. Про него рассказывали, что однажды он с сосредоточенным видом варил в воде свои часы, держа яйцо в руке. Другой часто приводимый случай: Ампер шел по улице, производя, как всегда, в уме сложные расчеты. Он ничуть не удивился, когда прямо перед ним возникла прекрасная черная доска, спокойно достал из сюртука неперменный кусок мела и стал записывать результаты. Он не удивился и тогда, когда доска начала двигаться вперед, и для того, чтобы поспешить за ней, ему пришлось идти, а затем бежать. Доска оказалась задней стенкой кареты...

Периодом резкого взлета научной активности, временем его главных достижений оказались годы после его избрания 28 ноября 1814 г. в Академию наук по секции геометрии. Удостоившись столь высокой чести, он стал на один уровень с прочими "бессмертными" – Араго, Био, Гей-Люссаком, Коши, Лагранжем, Лапласом, Френелем, Фурье и др.

Второе десятилетие XIX века изменило круг его научных интересов.

Настало время самых главных научных свершений Ампера. Всемирным учёным и классиком науки Ампер стал благодаря исследованиям в области электромагнетизма,

20 декабря 1814 года Людовик XVIII награждал Ампера Большим крестом ордена Почетного легиона (фото слева). Однако ученый не был роялистом и придерживался умеренных либеральных взглядов.

4 и 11 сентября 1820 Араго сделал в Парижской академии сообщения о работах датского физика Ханса Кристиана Эрстеда и даже повторил некоторые из его экспериментов. Большого интереса у академиков это, впрочем, не вызвало, но Ампера захватило полностью. Он занялся в маленькой комнатке в сво-

ей квартире проведением опытов, для чего даже собственноручно изготовил столик; эта реликвия сохраняется поныне в Колледж де Франс. Ампер соорудил лабораторный стол, пригласив в помощники своего друга Огюстена Френеля (1788 – 1827).

От перенесенной в юности травмы Ампер мог полноценно работать лишь одной рукой. Ещё одна его странность проявлялась в том, что работать сидя (и даже думать) ему было трудно. Ампер отложил все осталь-



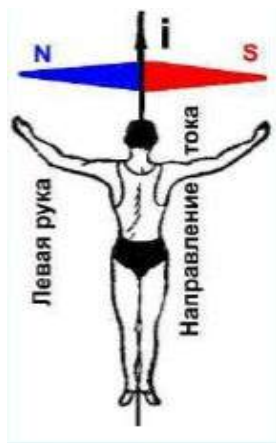


ные дела, погружившись в изучение новой проблемы. Как потом писали его современники, идеи и открытия появлялись в те дни у Ампера подобно тому, как Афина возникла из головы Зевса — в полном блеске законченности и совершенства. Уже через несколько дней, 18 сентября 1820 г. Ампер сделал доклад Парижской академии утвердив *правило пловца*. Если расположиться так, чтобы ток проходил от ног к голове наблюдателя а лицо было обращено к магнитной стрелке, то северный полюс будет всегда слева, т.е. магнетизм — это одно из многочисленных проявлений электротока. (Именно Ампер выбрал направлением движения тока от плюса к минусу, не зная, что электроны движутся прямо противоположно). Закончил доклад он фразой: *«Так что любые проявления магнетизма я свожу исключительно к протеканию электрического тока»*. В тот момент из зала спросили *«А чем ваш опыт отличается от эксперимента Эрстеда? Очевидно, что если проводник с током влияет на магнит, то и друг на друга проводники тоже должны влиять»*. На что Араго, друг Ампера, произнес: *«Видите два ключа у меня в руке? Каждый из них тоже оказывает действие на магнитную стрелку. Но друг на друга они не влияют, не находите?»*

На следующем докладе, 25 сентября, Ампер рассказал об изобретении соленоида, а через две недели, 9 октября, о притяжении двух параллельных проводников с током. Два параллельных проводника притягиваются друг к другу или отталкиваются с силой, прямо пропорциональной значению токов и обратно пропорционально расстоянию между проводниками. Фактически за две недели на основе своих опытов Ампер пришел к главному выводу:

никаких магнитных зарядов в природе не существует, есть только электрические заряды, и магнетизм возникает только из-за движения электрических зарядов, т.е. из-за электрических токов. И не существует никаких магнитных монополей.

В 1824 году, после многих неприятностей и интриг, Ампер был избран на должность профессора Коллеж де Франс основанного в 1530. Несмотря на свою известность, он, по-прежнему, был вынужден тратить свои последние деньги на покупку необходимого оборудования. Одним из слушателей его лекций в 1824 году был молодой математик из России М.В. Остроградский (1801 – 1861).





В 1826 году вышла главная книга Ампера: «Мемуары о математической теории электродинамических явлений, однозначно выведенных из опыта», в которой Ампер подвел итоги всех своих исследований и впервые употребил термин «электродинамика». В книге сформулированы законы магнитного взаимодействия элементов тока в различных контурах («закон Ампера») и изложено «правило Ампера»: *Циркуляция магнитного поля постоянных токов по всякому замкнутому контуру пропорциональна сумме сил токов, пронизывающих контур циркуляции*. По существу, была создана новая наука об электричестве и магнетизме.

Другим увлечением Ампера еще со времени его работы в Бурк-ан-Бресе, была классификация наук. Разработанная им система классификации наук, изложена в двухтомном сочинении. В 1834 году вышел первый том «Опыты философии наук или аналитического изложения естественной классификации всех человеческих знаний». Второй том был издан стараниями сына и труды Ампера были оценены по достоинству, когда «Ньютона электричества» уже не было в живых.

По три-четыре месяца, забросив работы по электродинамике, Ампер инспектировал училища далеких департаментов, проверяя ненавистные для него расходы на мел, чернила, мебель, контролируя знания учеников по разным предметам, и последняя его командировка закончилась по дороге в Марсель в 10 июня 1836 г. в 6 утра смертью от пневмонии. На могиле в Марселе возложен камень с выбитыми на нем словами: **«Он был так же добр и так же прост, как и велик»**. Сам же гений мечтал, чтобы на его могиле было написано «Tandem felix!» (Наконец счастлив!)

В 1869 ученый был перезахоронен рядом с сыном на Монмартрском кладбище в Париже.

В год 100-летия со дня рождения Ампера Обществом электриков Франции была учреждена бронзовая «Медаль Ампера» вручаемая победителям конкурсных работ по электротехнике.

С 1889 года в мемориале, расположенном под балконом первого этажа Эйфелевой башни на высоте 57 метров находится скрижаль памяти Ампера, вместе с фамилиями 72 имён наиболее выдающихся французских учёных и инженеров XVIII...XIX веков.

В честь Ампера назван пик Mons Ampere лунных Апеннин самого высокого горного хребта на видимой стороне Луны.

По материалам книги П.П. Забаринский «Ампер» М, Журн.-газет. Объединение, 1938г.

В. Лукашик



ВСТРЕЧА ВЫПУСКНИКОВ-ФИЗИКОВ 1985 ГОДА

Встреча выпускников — это как машина времени! А встреча выпускников-физиков — это машина времени с естественным, природным интеллектом, без всяких там ИИ. Все нейросети еще индивидуальные, со своими характерами, жизненным выбором, мечтами и целями! Эх, 1985! Как же было хорошо! И годы молодые, и ветры весенние, и флаги красные!

26 апреля 2025 года состоялась встреча выпускников физического факультета МГУ 1985 года. Она проходила в кафе «Улей», которое расположена в НИИ Белозерского.

И через столько лет после окончания вуза людей по-прежнему тянет туда, где они были счастливы и влюблены, молоды и энергичны, беззаботны и в тоже время амбициозны, готовы обьять необъятное за три дня подготовки к экзаменам! И думали, что юность — это навечно и, как поется в шутильной песенке «Физфак чемпион», «Сильным станет тот, смелым станет тот, кто три раза в год ходит на физфак!» А ведь некоторые ходят и чаще! Возьмем, например, на букву «а» — астрономов. Вот Андрюша Дамбис, переводчик Стивена Хокинга, Карло Ровелли, Джеймса Трефила и Говерта Шиллинга. Теперь он Андрей Карлович, так как с 2009 года доктор физико-математических наук, он сам генератор звездно-астрономических идей, сначала читал студентам астрономического отделения физфака лекции по звездной динамике, а сейчас руководит [отделом астрометрии и службы времени](#) ГАИШ. А Миша Прохоров (Михаил Евгеньевич, тоже доктор физ.мат наук с 2000 года) — заведующий лабораторией космических проектов — читает нынешним студентам на физфаке несколько курсов: астрономам — «Ориентацию и навигацию в космосе», «Космические опасности», а всем остальным физикам — «Астрофизику для физиков».



А уж у Вити Зуева (Виктора Михайловича) на физфаке и подавно есть приемные часы: с понедельника по пятницу. Ведь он руководитель библиотеки физфака. Обо всех, увы, здесь не расскажешь, одних астрономов факультет выпустил 18 специалистов, геофизиков – 26, более четырехсот физиков. Организационный комитет поработал на славу. Ребята сделали Альбом «Физфак МГУ: выпуск 1985 года», собрав фотографии выпускников тогда и сейчас, которые смогли найти! После всех фотографий в списке курса Альбома перечислено 483 выпускника по алфавиту, их имена фамилии, группы, в которых они начинали и закончили учебу, и кафедры, которые оканчивали.



Идея замечательная, хорошо бы еще и про каждого узнать, где работает, сколько детей и внуков? Но эту информацию можно собрать и к следующему юбилею выпуска! Конечно, и преподав не мешало бы сюда добавить! Ведь именно они, вкладывая в студентов душу, являются маяками и ориентирами для молодежи и в жизни, и в профессии, для многих становясь коллегами. Вспомнить есть о чем: всем известный Александр Александрович Шишкин, «Великий и Ужасный», без сомнения, любимый, первый же семинар по матану закончил, сказав, что в начале каждого семинара, мол, буду проводить небольшую контрольную на пять минут по предыдущему материалу. «Сегодня я об этом не предупреждал, поэтому контрольную проведем в конце занятия». Очень подействовало. Некоторые испугались и после этого учились на одни пятерки. Не забыть лектора по матану профессора Пытьева Юрия Петровича. На одной из первых лекций он сказал: «По статистике, студенты выучивают 80 процентов читаемого им материала, вне зависимости от объема. Поэтому я вам прочитаю еще „Меру и Интеграл Лебега“, тем более это вам пригодится на третьем курсе в теории вероятности». И прочел. И это было круто. Профессор Брагинский Владимир Борисович читал на третьем курсе радиофизику с «прозрачками!» Совершенно фантастическое впечатление от восприятия материала: наглядно, красиво, технологично! Но оказалось малоэффективно. Записывая за рукой лектора, запоминаешь больше. Но так было положено начало лекций с презентациями. Брагинский и его ученики разработали ключевые элементы для детекторов [гравитационных волн](#), об открытии которых было объявлено 11 февраля 2016 года, а зафиксированы они были 14 сентября 2015 года в 13 часов 51 минуту по

московскому времени, и ученый успел об этом узнать! И возможно, если прожил бы чуть дольше, стал бы тоже лауреатом Нобелевской премии, ведь вклад Владимира Брагинского в работу был очень значимым. Запомнились истории профессора кафедры математики Сергея Александровича Габова, который вел семинары по диффурам: «Дифференциальные уравнения, говорил он, бывают линейные и остальные. Линейные решаются всегда, для этого существуют пошаговые рецепты. А вот нелинейные решаются „методом пристального всматривания“ или... или не решаются!»



А кто не помнит Льва Сергеевича Термена на втором этаже у буфета? Этот невысокий старичок—легендарный изобретатель, встречавшийся не только с Лениным,— был зачислен на физфак по просьбе ректора Р.В.Хохлова деканом В.С. Фурсовым на кафедру акустики (зав. каф.В.А. Красильников) механиком 6-го разряда. Среди тех, с кем ему пришлось пересекаться по жизни, и академики А.Ф. Иоффе, И.П. Павлов, и И.В. Сталин, К.Е. Ворошилов, Бернард Шоу, П.Л. Капица, Ю. Харитон, Сергей Рахманинов, Артуро Toscanini, М.Равель, Дж.Гершвин, Ч.Чаплин, кинорежиссер С.Эйзенштейн, и даже Альберт Эйнштейн! А здесь, на физфаке, он отдавался любимому делу совершенствования терменвокса. И кафедра акустики первая услышала русские песни в исполнении синтезированного многоголосого грузинского хора. Техническая идея аналого-



вого воплощения этого решения так и остается загадкой, возможно, все дело в использовании пары сотен ламп 6Н7С. Но главное не это, Лев Термен еще в 1947 г. закончил разработку установки, позволяющей прослушивать разговоры, ведущиеся в помещении, снимая колебания с оконных стекол. Такие устройства были поставлены у окон всех иностранных посольств в Москве. За эту систему Термен был удостоен Сталинской премии 1-ой степени. А отчислен с физфака он был Приказом № 501к от 15.11.1993 г. только в связи со смертью в возрасте 97 лет! Вот такие люди на физфаке МГУ! И мы, выпускники, равняемся на них.

И.В. Кузнецова, научный сотрудник ГАИШ МГУ



СОДЕРЖАНИЕ

ВРУЧЕНИЕ ДИПЛОМОВ ВЫПУСКНИКАМ ФИЗИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА МГУ	2
СОТРУДНИКИ ФИЗФАКА И ГАИШ МГУ ИЗБРАНЫ АКАДЕМИКАМИ И ЧЛЕНАМИ-КОРРЕСПОНДЕНТАМИ РАН!.....	3
АННА АЛЕКСАНДРОВНА РУСОВА – ЛУЧШИЙ МОЛОДОЙ ПРЕПОДАВАТЕЛЬ ФИЗИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА МГУ	5
ОБЩЕФАКУЛЬТЕТСКИЙ НАУЧНЫЙ СЕМИНАР	6
ЛОМОНОСОВСКИЕ ЧТЕНИЯ – 2025. СЕКЦИЯ «ФИЗИКА».....	8
О КОНФЕРЕНЦИИ «ЛОМОНОСОВ-2025»	9
ПОЗДРАВЛЯЕМ АННУ ВИКТОРОВНУ БОГАЦКУЮ	13
ФИЗИКИ МГУ НАУЧИЛИСЬ УСКОРЯТЬ ПУЧКИ ЭЛЕКТРОНОВ С ВЫСОКОЙ ТОЧНОСТЬЮ	14
МЕДИЦИНСКИЕ ФИЗИКИ МГУ УСОВЕРШЕНСТВОВАЛИ МЕТОД ОЦЕНКИ ФУНКЦИИ ТРОМБОЦИТОВ.....	16
КОСМОНАВТЫ ПОСЕТИЛИ НИИЯФ МГУ	20
ШКОЛЬНИКИ СЕРГИЕВА ПОСАДА В ГОСТЯХ У КАФЕДРЫ МАГНЕТИЗМА	21
ТРАДИЦИОННУЮ ЛЕГКОАТЛЕТИЧЕСКУЮ ЭСТАФЕТУ МГУ ПОСВЯТИЛИ 80-ЛЕТИЮ ПОБЕДЫ	24
В МГУ СОСТОЯЛОСЬ ОТКРЫТИЕ 66–ГО ТРУДОВОГО СЕМЕСТРА СТУДЕНЧЕСКИХ ОТРЯДОВ МОСКВЫ	26
ВЫСТАВКА «НАУКА МГУ — ФРОНТУ».....	28
АКУСТИКА И ОБОРОНА ОТЕЧЕСТВА К 80-летию ПОБЕДЫ в Великой Отечественной войне.....	31
О МАСКИРОВКЕ МОСКВЫ В 1941 ГОДУ К 80-летию великой Победы....	48
НОВЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ СТАНДАРТЫ И ПРОБЛЕМА КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАНИЯ	57
К 250-ЛЕТИЮ «НЬЮТОНА ЭЛЕКТРИЧЕСТВА»	62
ВСТРЕЧА ВЫПУСКНИКОВ-ФИЗИКОВ 1985 ГОДА.....	70



Главный редактор К.В. Показеев

sea@phys.msu.ru

<http://www.phys.msu.ru/rus/about/sovphys/>

Выпуск готовили: Е.В. Крылова, Н.В. Губина, В. Л. Ковалевский,
К.В. Показеев, Е.К. Савина, О.В. Салецкая, И.А. Силантьева.

Фото из архива газеты «Советский физик» и С.А. Савкина.

Подписано в печать 30.06.2025 г.

Формат А5. Объем 5 п.л. Тираж 60 экз.

Заказ №

Физический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова

119991 Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 2

Отпечатано в отделе оперативной печати

Физического факультета МГУ