

Учебно-методическая статья
УДК 372.853; 53.05
DOI 10.25205/2541-9447-2022-17-2-93-104

**Лекционные демонстрации по физике
Новосибирского государственного университета**
**Евгений Иванович Пальчиков¹, Валерий Алексеевич Селезнев²,
Евгений Геннадьевич Алексеев³**

¹⁻³Новосибирский государственный университет
Новосибирск, Россия

¹Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН
Новосибирск, Россия

¹e.palchikov@g.nsu.ru; ²seleznev@phys.nsu.ru

³webmaster@phys.nsu.ru

Аннотация

Статья рассказывает о 60-летней истории создания набора базовых лекционных демонстраций на физическом факультете Новосибирского Государственного университета и подразделения его поддерживающего – с момента возникновения университета. Рассматривается эволюция набора демонстрационных установок, методических описаний и методик использования оборудования в процессе преподавания физики в различных ситуациях. Рассказывается о людях, внесших большой вклад на разных стадиях преобразования ДКФ – демонстрационного кабинета по физике и МЛДКС – межфакультетской лаборатории демонстраций и компьютерного сопровождения. Приводятся библиографические ссылки на каталоги с методическими описаниями лекционных демонстраций, разработанных и созданных в НГУ.

Ключевые слова

лекционные демонстрации, эксперимент, экспериментальные задачи, демонстрационные установки, физические опыты

Для цитирования

Пальчиков Е. И., Селезнев В. А., Алексеев Е. Г. Лекционные демонстрации по физике Новосибирского государственного университета // Сибирский физический журнал. 2022. Т. 17, № 2. С. 93–104. DOI 10.25205/2541-9447-2022-17-2-93-104

**Lecture demonstrations of experiments in physics
at the Novosibirsk State University**

**Evgeniy I. Palchikov¹, Valery A. Seleznev²,
Evgeniy G. Alekseev³**

¹⁻³Novosibirsk State University
Novosibirsk, Russian Federation

¹Lavrentyev Institute of Hydrodynamics SB RAS
Novosibirsk, Russian Federation

¹e.palchikov@g.nsu.ru; ²seleznev@phys.nsu.ru

³webmaster@phys.nsu.ru

Abstract

The article tells about the 60-year history of the creation of a set of basic lecture demonstrations at the Physical Department of the Novosibirsk State University and about the subdivision for demonstrations support – from the moment the university was founded. The evolution of a set of demonstration installations, methodological descriptions and techniques for using equipment in the process of teaching physics in various situations is considered. It tells about the people who made a great contribution at different stages of the transformation of DKF – a demonstration room in

physics and MLDKS – an interfaculty laboratory of demonstrations and computer support. Bibliographic references to catalogs with methodological descriptions of lecture demonstrations developed and created at NSU are given.

Keywords

demonstrations at the lectures, experiment, experimental problems, demonstration setups, physical experiments

For citation

Palchikov E. I., Seleznev V. A., Alekseev E. G. Lecture demonstrations of experiments in physics at the Novosibirsk State University. *Siberian Journal of Physics*, 2022, vol. 17, no. 2, pp. 93–104. DOI 10.25205/2541-9447-2022-17-2-93-104

Роль демонстраций в учебном процессе

Как известно, первой сигнальной системой – зрение, слух, осязание, обоняние – человек обладает с рождения. Возможно поэтому наибольшее впечатление на студентов и школьников производят не уравнения и математические модели явлений, а конкретные физические эксперименты. Именно они легче доступны к восприятию и запоминаются всем студентам в процессе обучения. По-видимому, классиком физических демонстрационных опытов стоит считать Роберта Вихарда Поля, преподававшего лекции по физике в Геттингенском университете с помощью демонстраций. Три его монографии, переведённые на русский язык [1–3], до сих пор являются настольными книгами и своего рода энциклопедиями для лекторов, желающих улучшить свой курс лекций показом экспериментов.

Структурное подразделение ДКФ–МЛДКС НГУ

В НГУ, для сопровождения лекций физическими демонстрациями, со времени его основания был создан ДКФ – демонстрационный кабинет по физике, позже переименованный в МЛДКС – межфакультетскую лабораторию демонстраций и компьютерного сопровождения. Межфакультетскую – так как лекции с показом экспериментальных демонстраций читаются для всех факультетов НГУ. ДКФ–МЛДКС состоит из пяти модулей, разделённых на три зала, примыкающих к большой физической аудитории им. Г. И. Будкера (БФА) и имеющие в БФА отдельный вход.

В залах, в шкафах с прозрачными полками, находится на хранении оборудование, предназначенное для демонстраций. Для лекторов имеются каталоги, описания демонстраций и методические указания по их применению. В различное время, в разные периоды, в самой аудитории было смонтировано самое современное на данный период оборудование для сопровождения лекций. Кабинки и система для синхронного перевода, стереопроектор Carl Zeiss Jena с поляризационным разделением каналов, отечественный проекционный телевизор на электростатических масляных пленках в вакууме с дуговым освещением, профессиональные мощные диа- и эпипроекторы на большой экран, крейты КАМАК с дисплеями, оверхед проекторы, мультимедиа проекторы на жидких кристаллах LCD и на массивах управляемых зеркал DLP, документ-камеры, большие телевизионные мониторы дублирующие центральный экран, акустические системы разных поколений с проводными и радиомикрофонами, профессиональные телевизионные камеры и вебкамеры, записывающая и управляющая аппаратура.

В настоящее время управление мультимедиа в БФА осуществляется с пультовой, находящейся в МЛДКС рядом с БФА. В этом же помещении находится сервер физического факультета: www.phys.nsu.ru. Под амфитеатром большой аудитории находится склад массивных и редко показываемых экспонатов, которые можно оперативно вынести или выкатить на тележке в аудиторию. ДКФ и МЛДКС являются структурным подразделением кафедры общей физики (КОФ) физического факультета НГУ.

Основными задачами МЛДКС являются:

– подготовка и проведение физических и компьютерных лекционных демонстраций по заявкам преподавателей во время чтения курсов в большой физической аудитории им. Будкера Г.И. (БФА);

- обеспечение лекционных курсов и других мероприятий, проводимых в БФА компьютерной, проекционной и звукоусиливающей аппаратурой;
- создание аппаратных и программных средств для компьютерных лекционных демонстраций и автоматизированных лабораторных работ в практикумах КОФ;
- технический контроль и регламентные работы для поддержания в рабочем состоянии оборудования БФА;
- обеспечение плановых учебных занятий в практикумах кафедры с использованием компьютеров;
- техническая и методическая поддержка сотрудников кафедры общей физики по созданию новых лекционных демонстраций и лабораторных работ с использованием компьютерной техники;
- обеспечение для преподавателей кафедры возможности иметь свои базы учебных материалов в электронном виде;
- разработка новых и совершенствование существующих лекционных демонстраций и задач;
- ведение и постоянное обновление каталога имеющихся в лаборатории демонстраций;
- поддержание демонстраций в рабочем состоянии;
- консультирование преподавателей по вопросам лекционных демонстраций.

Кто влиял на процесс

Чтобы понять динамику изменения набора демонстраций и работы ДКФ в разное время необходимо знать, кто руководил в это время кафедрой общей физики и физическим факультетом.

Заведующими кафедрой общей физики в разное время были: Г. И. Будкер (1959–1966 гг.), Р. И. Солоухин (1966–1972 гг.), Г. И. Димов (1972–1976 гг.), М. Е. Топчян (1976–1984 гг.), И. Н. Мешков (1984–1987 гг.), В. Г. Дудников (1987–1990 гг.), Б. А. Князев (1990–2000 гг.), А. М. Оришич (2000–2011 гг.), А. Г. Погосов (с 2011 по настоящее время).

А деканами физического факультета были: Р. И. Солоухин (1961 г.), Р. З. Сагдеев (1962 г.), В. Н. Байер (1962–1968 гг.), В. М. Титов (1968–1978 гг.), В. С. Соколов (1972–1975 гг.), Л. М. Барков (1975–1978 гг.), С. Г. Раутиан (1978–1983 гг.), Н. С. Диканский (1983–1993 гг.), В. С. Фадин (1993–1998 гг.), И. А. Котельников (1998–2001 гг.), А. В. Аржанников (2001–2010 гг.), А. Е. Бондарь (2010–2020 гг.), В. Е. Блинов (с 2020 по настоящее время).



а



б



в

Рис. 1. а – М. А. Лаврентьев; б – В. Ф. Минин; в – Р. И. Солоухин

Fig. 1. Founders of the NSU Subdivision for the Demonstration of Experimental Physics:

а – M. A. Lavrentyev; б – V. F. Minin; в – R. I. Soloukhin

Начало

Вот что вспоминает Минин Владилен Федорович, выпускник Московского физико-технического института, доктор технических наук, организатор и первый директор Института прикладной физики, доцент кафедры общей физики ФФ НГУ (1959–1969):

«Создание университета являлось одним из наиболее важных составляющих Сибирского отделения Академии наук Советского Союза. Этому придавал важнейшее значение Михаил Алексеевич Лаврентьев, видимо. И по этой причине Михаил Алексеевич попросил меня помочь в вопросе создания демонстрационного кабинета НГУ.

Как известно, большую роль в создании университета сыграл Рем Иванович Солоухин. Наши лаборатории в Институте гидродинамики были рядом, мы вели некоторые совместные исследования. Очень много наших дискуссий было посвящено будущим молодым ученым, процессу их обучения и особенно выпуску из университета физиков-экспериментаторов. Нам казалось, что без хороших лекционных демонстраций, хорошего физического практикума, облегчающих понятие физической сущности тех или других явлений, невозможно иметь глубокие познания в физике и что именно лекционные демонстрации привлекут к научной работе талантливых физиков-экспериментаторов.

Прежде всего, на работу были приняты два механика – Гудзь Григорий Гаврилович и Копытин Николай Дмитриевич. С помощью такой малой «команды» и началось оборудование Большой физической аудитории. Большое внимание уделялось созданию механических мастерских как основы разработки новых работ на физическом практикуме и созданию новых лекционных демонстраций по курсу общей физики. Многие демонстрации использовали авиационное оборудование, которое мы доставали на военных аэродромах, использовалось старое оборудование институтов, оборудование радиолокационных станций. С самого начала были изготовлены демонстрационные подвижные столы, источники питания, и на основе самолетных рулевых машинок изготовлено и запущено автоматизированное затемнение окон, которое было крайне необходимо для лекционных демонстраций.

Большая физическая аудитория была оборудована кабинами для синхронного перевода лекций иностранных ученых и часто использовалась для проведения семинаров и конференций по самым различным направлениям. Интенсивно изготавливались в мастерских приборы и лекционные демонстрации по курсу физики, которые в то время читали академик Будкер, профессор Солоухин, профессор Чириков. Чтобы лучше понять роль и необходимость новых демонстраций, пришлось прочитать и мне общий курс физики на вечернем отделении.

Мне требовался помощник, который мог бы самостоятельно заниматься созданием новых демонстраций и руководить повседневной работой по организации демонстрационного процесса.

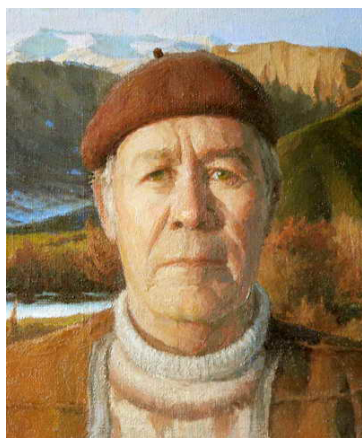


Рис. 2. Ф. Х. Байбулатов

Fig. 2. F. N. Baibulatov

Однажды, во время вступительного экзамена, мне попался молодой человек восточной национальности, при разговоре с которым выяснилось, что он радиолобитель, механик, может ремонтировать часы и увлечен физикой (см. рис. 2). Приехал он из Чирчика и хочет учиться в НГУ. Он блестяще сдал экзамен по физике и понравился мне. Я подумал, почему бы ему не учиться на вечернем факультете и одновременно работать в демонстрационном кабинете? Я предложил ему учебу на вечернем факультете и работу на кафедре общей физики, на что он с радостью согласился. Таким образом, с приходом Байбулатова Филарета Хакимовича мной был полностью сформирован коллектив демонстрационного кабинета, и весь наш дружный коллектив, в основном, и создал основную массу всех лекционных демонстраций по курсу общей физики.

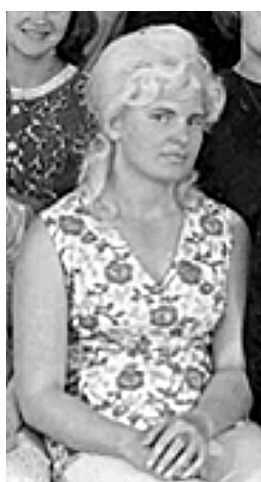
Всего за короткий период нами было создано более 150 демонстрационных работ по следующим основным разделам физики: основы техники измерений, электроника, магнетизм, электродинамика, молекулярная физика. Многие из этих работ были уникальными и создали фундамент для практического обучения студентов НГУ многих поколений. Многие приборы и демонстрации по физике до сих пор используются в учебном процессе НГУ.

О качестве созданных демонстрационных работ говорит и следующий случай. В то время мы установили связи с демонстрационным кабинетом кафедры общей физики МГУ, и посещение их делегацией нашего демонстрационного кабинета с целью помощи нам вызвало неподдельное изумление нашей работой, качеством демонстраций и их уровнем. Они заявили, что мы не нуждаемся в их помощи и что многие наши демонстрации не имеют аналогов в МГУ.

К сожалению, мне пришлось покинуть НГУ в связи с перегрузкой по основной работе в 1969 году, но дни, связанные с созданием новых лекционных демонстраций, я вспоминаю с большим удовольствием».

Если посмотреть на некоторые описания демонстраций НГУ, которые публиковались в журнале «Успехи физических наук» Ф. Х. Байбулатовым в раннее время (1964–1970 гг.) [4–8], то заметно влияние научных тем, которыми тогда занимались Р. И. Солоухин и В. Ф. Минин. И эти демонстрации действительно сильно отличаются от классических демонстраций МГУ [9]. С 1970 до 1978 года заметно влияние на тематику демонстраций И. Н. Мешкова с тематикой ИЯФ. Например, полноразмерная искровая камера размером с большой холодильник. Тем не менее, значительная часть демонстраций была посвящена классическим разделам физики: механика (37 демонстраций), механика жидкостей и газов (11), электричество (50) колебания и волны (12) молекулярная физика (14), оптика (25). Описание этих демонстраций отражено в каталоге 1978 года [10]. В этот же период (до 1978 года) в ДКФ появился Рафик Джауддатович Гайнутдинов (рис. 3), который далее в течение длительного периода обеспечивал функционирование ДКФ.

Будучи студентом ФФ НГУ на первом курсе, в 1967 году, мне действительно было интересно наблюдать, как из двери в БФА справа выходит блондинка с винтовкой (Т. П. Романенкова, см. рис. 3). Ставит мешок с песком на «химическую» фарфоровую раковину слева от доски, заполняет пластмассовое карболитовое ведёрко водой и тоже ставит на край раковины перед мешком. Затем отходит подальше в проход аудитории слева и стреляет. Ведро разлетается от гидроудара. Сейчас такой опыт с винтовкой, в аудитории, где больше сотни человек, трудно представить.



а



б

Рис. 3. а – Т. П. Романенкова; б – Р. Д. Гайнутдинов
Fig. 3. а – Т. P. Romanenkova; б – R. D. Gainutdinov

Длительное время, до конца 70-х годов, методические описания демонстраций содержались в виде карточек в картотеках (рис. 4). Карточек было около 200 и более.

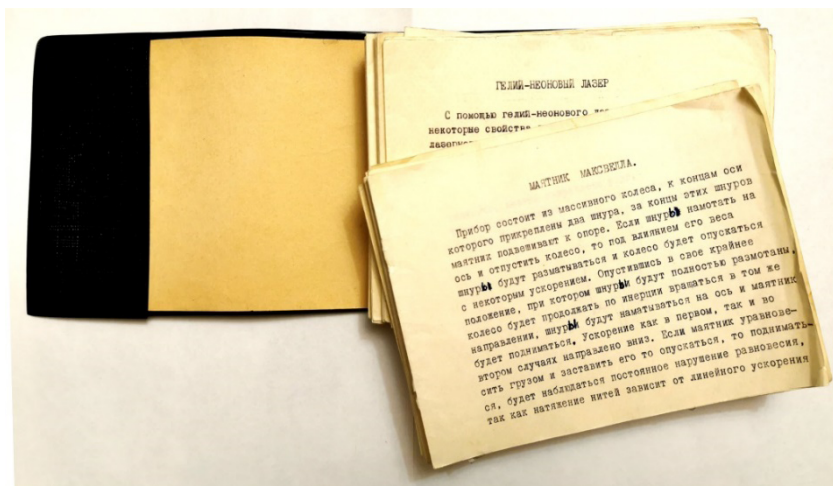


Рис. 4. Картотека с описанием демонстраций. Применялась до 1977 года
Fig. 4. Card file with the description of demonstrations. Used until 1977

В основном это было связано со сложностью оформления ротاپринтных заказов и более простым процессом напечатания новых карточек по мере появления новых демонстраций.

Первая модернизация

Под руководством И. Н. Мешкова (рис. 5) в процессе чтения лекционных курсов «Электромагнитное поле», «Электричество и оптика», «Электродинамика» и в должности завкафедрой до 1978 года была проведена революция в демонстрациях по электромагнетизму и оптике. Была переделана вся электронная начинка БФА под компьютеры PDP (Электроника–60 + КАМАК + ДВК), всё оборудование было врезано в столы и стены. Впервые был выпущен ротاپринтный каталог в виде книжки с описанием 149 демонстраций [10]. Были расширены разделы демонстраций по электромагнетизму и оптике [11;12].

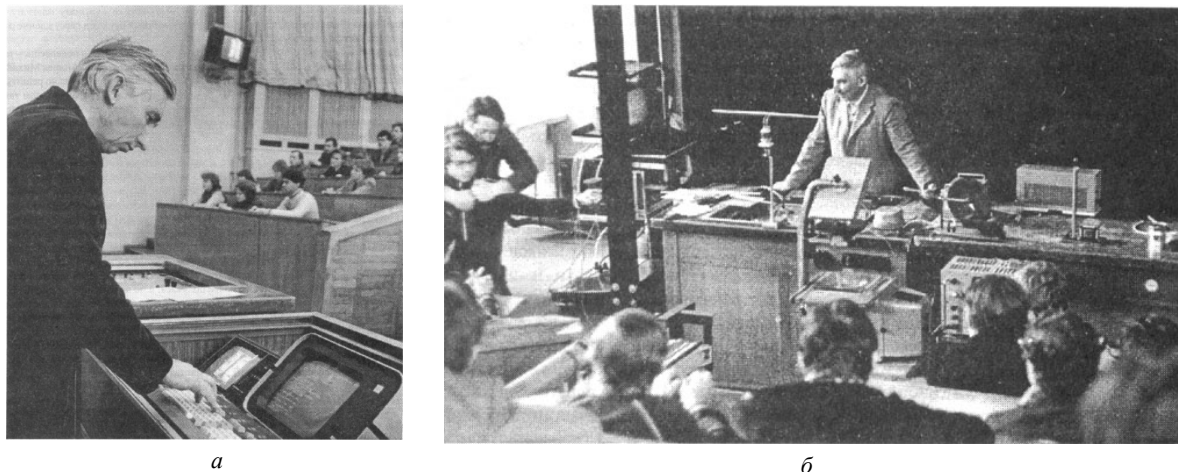


Рис. 5. а – И. Н. Мешков в модернизированном ДКФ/БФА; б – Р. Д. Гайнутдинов (на снимке – слева) ассистирует И. Н. Мешкову в эксперименте

Fig. 5. a – I. N. Meshkov in modernized NSU subdivision for the demonstration; b – R. D. Gainutdinov (in the picture – on the left) assists I. N. Meshkov in the experiment



Рис. 6. ЛФМШ: а – опыты с жидким азотом; б – султан от подводного взрыва высотой 8 м
 Fig. 6. Summer Physics and Mathematics School: a – experiments with liquid nitrogen; b – sultan from an underwater explosion 8 m high

К началу 90-х годов в ДКФ имелось более 200 физических и компьютерных демонстраций по всем разделам физики. Большинство из них были созданы силами сотрудников лаборатории и преподавателей кафедры, некоторые установки были переданы из институтов СО РАН. Существенная часть их носила классический характер и относилась к определенному разделу физики, часть была представлена в виде задач-демонстраций, другая часть была связана с тематикой работы научно-исследовательских институтов СО РАН.

С 1976 года по настоящее время – 45 лет, не пропуская ни одного года, в августе – проводятся лекции-демонстрации-шоу – для летних физматшкольников (ЛФМШ). Эти лекции состоят из эффектных, запоминающихся физических опытов, цель которых – заинтересовать детей в занятии физикой (см. рис. 6).

Лекции приобрели популярность не только в НГУ, ФМШ и Академгородке, но многие из них, в виде записей фрагментов или полностью, появились в YouTube [13].

В НГУ во всех вариантах вступительных экзаменов на физический факультет более 40 лет использовались задачи-демонстрации [14]. Они были оформлены в виде показа загадочного физического эксперимента, и предложения объяснить его, построив физическую модель явления (в рамках школьной программы). Наряду с задачами-оценками это позволило более надежно отбирать потенциальных экспериментаторов, которых в научных исследованиях необходимо иметь в большем количестве, чем теоретиков.

С 1989 года по настоящее время на физическом факультете НГУ в курсе лекций «Введение в технику физического эксперимента» (ВТФЭ) показываются экспериментальные задачи-демонстрации. Задача показывается в конце каждой лекции и выглядит как совсем необъяснимое с точки зрения современной науки явление, например: сверхпроводник при комнатной температуре, «биополе», видимое невооруженным глазом между пальцами рук, и т. д. На следующей лекции желающие могут на листочке сдать объяснение – физическую модель показанного явления. Решение этих задач является необязательным, но набрав определенное количество баллов, можно получить автоматический зачет по курсу ВТФЭ. Смысл этих задач заключается в адаптации будущих ученых к необъяснимым результатам реального эксперимента и пре-

одолении психологического барьера при их решении, умению ставить собственные дополнительные эксперименты, разбивать задачу на решаемые блоки, нахождению и выбору из ряда теоретических моделей явления, наиболее значимых для данного случая. Реально каждый экспериментатор и теоретик столкнется с такими ситуациями в будущих исследованиях. Таких задач в курсе разработано более 50. Во многом эти задачи перекликаются с ранними задачами автора [15], более сложными, чем предлагались на вступительных экзаменах, и в чем-то перекликаются с задачами-мини-исследованиями Дж. Уокера [16].

Капитальный ремонт и вторая модернизация

В 1997 году ДКФ меняет название на ЛДКС, а на должность зав. ЛДКС был назначен Гусельников В. И., сотрудниками стали Селезнев В. А., Фуфачев Ю. Г. и Нестеренко В. И., куратором ЛДКС стал Клишкин В. Ф.

Все время своего существования основной аудиторией в НГУ и на ФФ для проведения демонстраций физических экспериментов и поточных занятий являлась БФА им. Г. И. Будкера. В 1998 году по инициативе сотрудников лаборатории (Гусельникова В. И. и Селезнева В. А.) при активной поддержке ректората НГУ в аудитории был проведен первый капитальный ремонт. В качестве спонсора выступил ИЯФ СО РАН. Было закуплено новое звукотехническое оборудование, сделано новое электрифицированное зашторивание, большой моторизованный экран с повышенной отражающей способностью, оверхед-проекторы и первый мультимедиа-проектор (на то время достаточно редкий и дорогой прибор).

В 1998 г. заведующим ЛДКС становится Селезнев В. А. (рис. 7). Совместно с ведущим лектором по курсу «Введение в технику физического эксперимента» (ВТФЭ) проф. КОФ Пальчиковым Е. И. была проведена инвентаризация оставшегося оборудования, сделана систематизация его и намечены планы по дальнейшему развитию лаборатории. Активное участие в ремонте и изготовлении недостающих демонстраций в то время принимали новые сотрудники лаборатории оптик-механик Нестеренко В. И. и рабочий высокой квалификации Фуфачев Ю. Г.



Рис. 7. В. А. Селезнёв, Е. И. Пальчиков. Тушение газового фонтана кольцевым вихрем
Fig. 7. V. A. Seleznev, E. I. Palchikov. Extinguishing a gas fountain by means of ring vortex

В начале 2000 г. под руководством д.ф.-м.н. профессора КОФ Клишкина В. Ф. сотрудниками лаборатории были разработаны комплексы компьютерных лекционных демонстраций по волновой оптике, механике, молекулярной физике [17–19]. «Автоматизированный комплекс лекционных демонстраций с компьютерной поддержкой» в 2006 г. получил Золотую медаль

и диплом в рамках проводимого конкурса учебного оборудования на Сибирской ярмарке «УЧ-СИБ-2006». По итогам этой ярмарки четыре комплекса приобрел Томский политехнический университет.

Третья модернизация

В начале 2000-х годов мастерские НГУ сначала были перемещены в ВКИ на дистанцию 5 км от НГУ, а затем реально исчезли. Поэтому следующий этап в развитии лаборатории был связан с поиском и приобретением демонстрационного оборудования у отечественных и зарубежных исполнителей.

Из отечественных производителей у «РОСУЧПРИБОР» была закуплена в 2006 г. небольшая партия из 12 наименований. Качество демонстраций оказалось не на высоте. Пришлось дорабатывать на месте, а некоторые вскоре и вовсе сломались. Стало ясно, что нужно искать поставщика с надёжной репутацией и широким набором компонентов.

Под руководством, ставшего к тому времени куратором МЛДКС, проф. Пальчикова Е. И., был проведён анализ имеющегося в ЛДКС оборудования и его состояния. Далее, по каталогу фирмы RHYWE, был сформирован заказ на новое оборудование. Составлен список из 700 наименований на 13,6 млн руб. По итогам выигранного НГУ Всероссийского конкурса инновационных образовательных программ, проходящего в рамках национального проекта «Образование», в Германии (г. Геттинген, фирма RHYWE) [20] было закуплено из данного списка, и в 2007 году получено новое оборудование – 73 комплекта приборов по всем разделам физики – более 450 предметов на сумму 5,3 млн руб. Это существенно дополнило имеющийся набор демонстраций. Реально каждый комплект состоит из набора деталей – своего рода конструктора, позволяющего показывать на нём разные экспериментальные демонстрации.

Далее, под руководством Пальчикова Е. И. была проведена работа по запуску и внедрению в учебный процесс данного оборудования. Была также опубликована статья с описанием концепции применения экспериментальных задач в обучении физики [21] и написаны методические пособия к демонстрациям по механике [22; 23].

В 2012–2013 гг. в рамках программы ТОП–100 коллективом МЛДКС было снято 10 учебных фильмов, с электронным учебно-методическим сопровождением [24–33]. Были проведены видеосъёмки 20 экспериментальных задач-демонстраций [24; 25], снято восемь методических фильмов с лекционными демонстрациями [26–33]. В то время съёмка задач казалась не так нужна, однако они оказались востребованными в 2019 году. Во время локдауна из-за ковида, при дистанционном чтении лекций «Введение в технику физического эксперимента», нас выручили записанные ранее задачи с хорошо отрежиссированными и красиво поставленными экспериментами.

В 2013 году под руководством доцента Синицкого С. Л., потокового лектора на 2 курсе ФФ НГУ, были разработаны новые демонстрации по электродинамике, оптике и выпущены их методические описания [34–36].

В 2016 г. была проведена еще одна закупка демонстрационного оборудования. На этот раз у немецкой фирмы 3V Scientific [37]. Всего 57 позиций комплектов практически по всем разделам физики. Выбор был сделан на основе опыта работы с аналогичным оборудованием и по рекомендациям куратора МЛДКС и ведущих лекторов. В 2020 г. был проведен второй капитальный ремонт БФА им. Г. И. Будкера – со сменой амфитеатра, пола, потолка, созданием звукопоглощающих стен из современных материалов, заменой всей слаботочной и силовой аппаратуры, встроенной в аудиторию и выведенной на пультовую в соседнем помещении.

Несмотря на то, что письменного и устного экзамена на ФФ НГУ сейчас нет, существуют олимпиады «Будущее Сибири», «Твой путь в настоящую науку», в которых задачи составляются в НГУ коллективом под руководством завкафедрой общей физики проф. А. Г. Погосова

[38]. В них всегда присутствуют экспериментальные задачи, которые изготавливаются и мультимедийно записываются на базе МЛДКС.

Заключение

ДКФ и МЛДКС развивается, меняется вместе с изменением приборов и методов, тенденциями экспериментальной физики, людьми и успешно решает возложенные на него задачи. НГУ, как относительно молодой ВУЗ, находится на переднем крае демонстрационных методик физического эксперимента. В первую очередь этому способствует нахождение НГУ в Академгородке, среди исследовательских институтов РАН. А также то, что значительное число преподавателей является сотрудниками академических институтов и совмещают исследовательскую работу с преподаванием.

Список литературы

1. **Поль Р. В.** Учение об электричестве. Пер. с нем., М. : ГИФМЛ. 1962 г., 516 с.
2. **Поль Р. В.** Оптика и атомная физика. Пер. с нем., М. : Наука. 1966 г., 450 с.
3. **Поль Р. В.** Механика, акустика и учение о теплоте. Пер. с нем. М. : Наука. 1971 г., 480 с.
4. **Байбулатов Ф. Х.** Демонстрация эффекта Доплера в акустике. УФН. 1964. Т. 84. С. 729–730. DOI 10.3367/UFNr.0084.196412j.0729.
5. **Байбулатов Ф. Х.** Демонстрация по деионизации ртутной плазмы. УФН. 1966. Июнь. Т. 89. Вып. 2. С. 305–306. DOI 10.3367/UFNr.0089.196606f.0305.
6. **Байбулатов Ф. Х.** Лекционные демонстрации с импульсными магнитными полями. УФН. 1967. Т. 92. С. 347–350. DOI 10.3367/UFNr.0092.196706i.0347.
7. **Байбулатов Ф. Х.** Несколько демонстраций по эффекту Доплера и интерференции в сантиметровом радиодиапазоне. УФН 1968. Т. 96. С. 370–374. DOI 10.3367/UFNr.0096.196810g.0370.
8. **Байбулатов Ф. Х.** Учебная установка для СВЧ диагностики плазмы. УФН. 1970. Июнь. Т. 101. Вып. 2. С. 331–334. DOI 10.3367/UFNr.0101.197006f.0331.
9. **Лекционные демонстрации по физике** / М. А. Грабовский, А. Б. Млодзеевский, Р. В. Телеснин и др.; Под ред. В. И. Ивероновой. – М. : Наука. 1965. – 572 с.
10. **Лекционные демонстрации по физике.** Список лекционных демонстраций по курсу общей физики : Методическая разработка / М-во высш. и сред. спец. образования РСФСР, Новосиб. гос. ун-т им. Ленин. комсомола; [сост. : Мешков И. Н., Гайнутдинов Р. Д., Попова Т. П., Дегтярев В. С.] Новосибирск : Новосибирский Государственный университет. 1978. – 29 с.
11. **Лекционные демонстрации по физике.** Квазистационарное электромагнитное поле: Методические указания / М-во высш. и сред. спец. образования РСФСР, Новосиб. гос. ун-т им. Ленин. комсомола; [сост. : Брагин О. А., Гайнутдинов Р. Д., Мешков И. Н., Смирных Л. Н., Филиппова Л. Г.] Новосибирск : Редакционно-издательский отдел НГУ. 1985. – 24 с.
12. **Лекционные демонстрации по физике.** Электромагнитные волны и оптика: Методические указания / М-во высш. и сред. спец. образования РСФСР, Новосиб. гос. ун-т им. Ленин. комсомола; [сост. : Гайнутдинов Р. Д., Мешков И. Н., Смирных Л. Н., Филиппова Л. Г.] Новосибирск : Редакционно-издательский отдел НГУ. 1986. – 13 с.
13. **Занимательная физика.** Лекция в ЛФМШ. 2006. Режим доступа : <http://www.youtube.com/watch?v=REqX6SjxGP8>.
14. **Меледин Г. В.** Физика в задачах: экзаменационные задачи с решениями. 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1990. – 272 с.
15. **Пальчиков Е. И.** Какого цвета зеленка? Квант. – 1978. – № 7. С. 27.

16. Уокер Дж. Физический фейерверк: – 2-е изд. Пер. с англ. / Под ред. И. Ш. Слободецкого. – М. : Мир, 1988. – 298 с.
17. Jearl Walker. The Flying Circus of Physics, John Wiley and sons, Inc. 1975. 331 p.
18. Климкин В. Ф., Селезнёв В. А., Торопецкий К. В. Термодинамика и молекулярная физика: Лекционные демонстрации. НГУ, ЛДКС. Новосибирск. 2005. – 64 с.
19. Климкин В. Ф., Селезнёв В. А., Потькалов А. С. Двухлучевая интерференция света. Опыт Юнга: Лекционная демонстрация. НГУ, ЛДКС. Новосибирск. 2007. – 34 с.
20. Климкин В. Ф., Селезнёв В. А., Потькалов А. С. Лекционные демонстрации по интерференции света: Учебное пособие. НГУ, ЛДКС. Новосибирск. 2009. – 55 с.
21. RHYWE Systeme GmbH & Co. KG. Robert-Bosch-Breite 10. 37079 Göttingen. Germany, 2007.
22. Пальчиков Е. И., Селезнев В. А., Алексеев Е. Г. Использование экспериментальных задач в преподавании физики. Физическое образование в ВУЗах. Том 20. № 4. 2014. – С. 154–159.
23. Пальчиков Е. И., Селезнев В. А., Алексеев Е. Г. Лекционные демонстрации по механике: Учебное пособие. Физический факультет, КОФ, МЛДКС. НГУ. Новосибирск. 2010. – 61 с.
24. Пальчиков Е. И., Селезнев В. А., Алексеев Е. Г. Лекционные демонстрации по механике: Учебное пособие. Часть 2. Физический факультет, КОФ, МЛДКС. НГУ. Новосибирск. 2011. – 64 с.
25. Пальчиков Е. И., Селезнев В. А., Алексеев Е. Г. Сборник видеозадач по физике. Ч.1. 10 экспериментальных задач-демонстраций. Фильм. МЛДКС НГУ. Новосибирск. 2012.
26. Пальчиков Е. И., Селезнев В. А., Алексеев Е. Г. Сборник видеозадач по физике. Ч.2. 10 экспериментальных задач-демонстраций. Фильм. МЛДКС НГУ. Новосибирск. 2012.
27. Пальчиков Е. И., Селезнев В. А., Алексеев Е. Г. Демонстрационные методики в преподавании физики. Фильм. МЛДКС НГУ. Новосибирск. 2012.
28. Пальчиков Е. И., Селезнев В. А., Алексеев Е. Г. Жидкий азот. Фильм. МЛДКС НГУ. Новосибирск. 2012.
29. Погосов А. Г., Пальчиков Е. И., Селезнев В. А., Алексеев Е. Г. Демонстрационные задачи по физике. Фильм. МЛДКС НГУ. Новосибирск. 2012.
30. Пальчиков Е. И., Селезнев В. А., Алексеев Е. Г. Виды разрядов (искровой, дуговой, коронный, тлеющий, высокочастотный). Фильм. МЛДКС НГУ. Новосибирск. 2013.
31. Пальчиков Е. И., Селезнев В. А., Алексеев Е. Г. Емкостные и индуктивные накопители энергии. Давление магнитного поля. Фильм. МЛДКС НГУ. Новосибирск. 2013.
32. Пальчиков Е. И., Селезнев В. А., Алексеев Е. Г. Трансформаторы – генераторы высоковольтных импульсов. Трансформатор Тесла. Фильм. МЛДКС НГУ. Новосибирск. 2013.
33. Пальчиков Е. И., Селезнев В. А., Алексеев Е. Г. Трансформаторы – генераторы высоковольтных импульсов. Катушка Румкорфа. Фильм. МЛДКС НГУ. Новосибирск. 2013.
34. Пальчиков Е. И., Селезнев В. А., Алексеев Е. Г. Источники высоких статических напряжений. Фильм. МЛДКС НГУ. Новосибирск. 2013.
35. Синицкий С. Л. Электродинамика и оптика [Текст: электронный ресурс] : лекционные демонстрации : [для студентов 2 курса физического факультета НГУ] : в 3 ч. / С. Л. Синицкий, В. А. Селезнев ; М-во образования и науки РФ, Новосиб. гос. ун-т, Физ. фак., Каф. общей физики, Межфак. лаб. демонстраций и компьютер. Сопровождения. – (Новосибирск : НБ НГУ, 2013) – Ч. 1 – Электрон. дан. (1 файл) – Библиогр. : с. 62 (18 назв.) – Текст. – Режим доступа : <https://e-lib.nsu.ru/dsweb/ApplySimpleSearch#Resource-1251>.
36. Синицкий С. Л. Электродинамика и оптика [Текст : электронный ресурс] : лекционные демонстрации : [для студентов 2 курса физического факультета НГУ] : в 3 ч. / С. Л. Синицкий, В. А. Селезнев ; М-во образования и науки РФ, Новосиб. гос. ун-т, Физ. фак., Каф. общей физики, Межфак. лаб. демонстраций и компьютер. сопровождения. – (Новосибирск : НБ

- НГУ, 2013). – Ч. 2. – Электрон. дан. (1 файл). – Библиогр. : с. 59 (18 назв.) . – Текст. – Режим доступа : <https://e-lib.nsu.ru/dsweb/ApplySimpleSearch#Resource-1252>.
37. **Синицкий С. Л.** Электродинамика и оптика [Текст: электронный ресурс] : лекционные демонстрации : [для студентов 2 курса физического факультета НГУ] : в 3 ч. / С.Л. Синицкий, В.А. Селезнев ; М-во образования и науки РФ, Новосиб. гос. ун-т, Физ. фак., Каф. общей физики, Межфак. лаб. демонстраций и компьютер. сопровождения. – (Новосибирск : НБ НГУ, 2013). – Ч. 3. – Электрон. дан. (1 файл). – Библиогр.: с. 65 (18 назв.). – Текст. – Режим доступа : <https://e-lib.nsu.ru/dsweb/ApplySimpleSearch#Resource-1253>.
38. Международная группа компаний 3B Scientific (3B Сайнтифик). Режим доступа : <https://www.3bscientific.ru/3b-scientific,ср.html>.
39. **Погосов А. Г.** Варианты задач по физике, предлагавшиеся на олимпиаде школьников «Будущее Сибири» и на вступительных экзаменах в НГУ в 2009–2015 гг. (с решениями): Учеб.-метод. пособие. / Сост.: Погосов А. Г., Махмудиан М. М., Пальчиков Е. И. и др.; Новосиб. Гос. Ун-т. – Новосибирск : ИПЦ НГУ, 2017. – 189 с.

Сведения об авторах

- Пальчиков Евгений Иванович**, доктор технических наук, ведущий научный сотрудник, Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН; профессор, заведующий кафедрой физики сплошных сред (ФСС), Новосибирский государственный университет (Новосибирск, Россия)
- Селезнев Валерий Алексеевич**, доцент, заведующий лабораторией МЛДКС кафедры общей физики физического факультета, ведущий инженер по метрологии отдела аэрокосмических исследований, Новосибирский государственный университет (Новосибирск, Россия)
- Алексеев Евгений Геннадьевич**, преподаватель, ведущий инженер МЛДКС кафедры общей физики Физического факультета, Новосибирский государственный университет (Новосибирск, Россия)

Information about the Authors

- Evgeniy I. Palchikov**, Doctor of Technical Sciences, Institute of Hydrodynamics M. A. Lavrentiev SB RAS; Professor, Head of the Department of Continuum Physics (FSS), Novosibirsk State University (Novosibirsk, Russian Federation)
- Valery A. Seleznev**, Associate Professor, Head of the Department of General Physics, Faculty of Physics, Leading Engineer for Metrology, Department of Aerospace Research, Novosibirsk State University (Novosibirsk, Russian Federation)
- Evgeniy G. Alekseev**, lecturer, Leading Engineer, MLDKS, Department of General Physics, Novosibirsk State University (Novosibirsk, Russian Federation)

*Статья поступила в редакцию 14.12.2021;
одобрена после рецензирования 09.06.2022; принята к публикации 22.06.2022
The article was submitted 14.12.2021;
approved after reviewing 09.06.2022; accepted for publication 22.06.2022*