

Развитие и совершенствование методик физических лабораторных практикумов от второй половины XIX века до настоящего времени

И. В. Кузнецова*

*Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова,
Специальный учебно-научный центр — школа-интернат имени А. Н. Колмогорова, кафедра физики
Россия, 121352, Москва, ул. Кременчугская, д. 11
(Статья поступила 17.06.2019; Подписана в печать 27.06.2019)*

Физика это экспериментальная наука, в основе ее методологического здания лежит экспериментальное подтверждение теоретических построений. Экспериментальное исследование можно разделить на три части: подготовка, измерение и обработка результатов. Каждая из этих частей требует особых навыков, которым необходимо научиться.

Особую роль в методической системе современного физического образования, занимают практикумы, где учащиеся и получают навыки, необходимые в каждой из частей экспериментальной работы. В вузах естественного профиля и специализированных школах сложилась система обучения практической физике, которая опирается на последовательность учебных действий учащегося. Сначала учащийся изучает теорию, необходимую для выполнения работы физического практикума. Затем сдает по этой теории так называемый «допуск к работе», беседуя с преподавателем о цели работы, порядке ее выполнения, приборном оснащении и т. д. После выполняет за отведенное время экспериментальное исследование, проводит обработку измерений, а потом защищает полученные результаты и получает оценку за работу. Такая методологическая триада сложилась во всех практикумах.

Как отмечают многие преподаватели, в настоящее время интерес к работам в практикумах снизился, что означает необходимость совершенствования применяемых в них методик. Для того, чтобы предложить пути улучшения методик практических работ, предлагается проследить историческую ретроспективу возникновения физических практикумов и сложившихся в них методов обучения от момента возникновения практикумов до настоящего времени.

PACS: 01.65 +g, 01.50.Qb.

УДК: 520.8, 52-1, 53.05.

Ключевые слова: методики физических практикумов, история преподавания, практическая и экспериментальная физика, обучение студентов.

ВВЕДЕНИЕ

Физика является универсальной базой для формирования общекультурного признака современного человека. Физика — это экспериментальная наука, это значит, что в основе методологического здания этой науки должно лежать опытное подтверждение теоретических построений. Но для того, чтобы построить какие-то теоретические модели, необходимо накопить большое количество наблюдательных фактов. Экспериментальное исследование можно условно разделить на три части: подготовка, измерение и обработка результатов измерений. Каждая из этих частей работы требует от того, кто ее выполняет особых навыков, которым необходимо научиться. Любое обучение опирается на методики. Предметом методики физики является теория и практика обучения физики, как науки и это многоплановое понятие. Сюда входит и учение:

1. о принципах построения, формах и способах организации физического образования;
2. о закономерностях возникающих в процессе развития физики и физического образования;

3. о внедрении в образовательную практику новых методов;
4. выяснение объективных тенденций развития методик на основе анализа истории физического образования, как в нашей стране, так и в других странах.

Методика преподавания физики выполняет несколько важных функций: общеобразовательную, развивающую, воспитывающую.

Особую, можно сказать определяющую роль в системе современного физического образования, занимают физические практикумы, где и получают необходимые навыки подготовительной и экспериментальной работы, а также обработки результатов экспериментов. В вузах естественного профиля, а сейчас зачастую и в школах сложилась система обучения практической физике, которая опирается на последовательность учебных действий учащегося. Сначала учащийся изучает теорию, необходимую для выполнения какой-либо работы физического практикума. В рабочей тетради оформляет краткий конспект, таблицы для записи результатов, выписывает формулы для обработки результатов. Затем сдает по этой теории так называемый «допуск» к работе, беседуя с преподавателем о цели работы, порядке выполнения, приборном оснащении, теории, необходимой для полноценного выпол-

*E-mail: irinakuznetsova-64@mail.ru

нения работы и возможности сделать по ней выводы. После выполнения за отведенное время экспериментальное исследование, проводит обработку, а потом защищает полученные результаты и сделанные по работе выводы и получает оценку за работу. Традиционно работы разделены на циклы в соответствии с разделами физики. Такая методологическая триада сложилась во всех практикумах. Но в настоящее время, как отмечают многие преподаватели, интерес к работам в практикумах снизился. И перед методикой обучения физике в настоящее время стоит несколько актуальных проблем, аналогичных проблемам совершенствования образования в целом:

1. проблемы устаревания оборудования и самих работ, применяемых в практических целях;
2. проблемы организации учебного процесса, в котором возможно получить глубокие и прочные знания по предмету в связи с увеличением нагрузки на практикумы в вузах за счет приходящих школьников из прикрепленных профильных школ;
3. проблемы усиления мотивации и увлеченности при обучении навыкам экспериментальной физики;
4. проблемы, связанные с формированием научного мировоззрения на основе методологии физики;
5. проблемы развития познавательных способностей школьников и студентов, их мышления с учетом возрастных интересов и индивидуальных возможностей в рамках политехнического обучения.

Это целый класс проблем, для решения которых необходимы предложения специалистов разного профиля, не только преподавателей физики и методистов. Но для того, чтобы предложить пути совершенствования методик применяемых в современных условиях в вузах и школах необходимо проследить исторический путь их возникновения и развития от истоков и до наших дней.

1. ВОЗНИКНОВЕНИЕ ФИЗИКИ: ОТ СЛОВА ДО НАУКИ

Термин «физика» происходит от «фюзис», (др.-греч. *φύσις*) что означает природа, и впервые фигурирует в сочинениях одного из величайших мыслителей древности — Аристотеля, жившего в IV веке до нашей эры. В дошедшем до нас манускрипте «Метафизика» Аристотеля содержатся, размышления о мире чисел и «физических сущностей» развиваемые еще раньше учениками и последователями школы Пифагора (570–490 гг. до н.э.). Можно считать, что именно в Древней Греции

впервые возникли систематические научные исследования, появились специалисты-ученые и научная индустрия, научные школы, возникли первые методики преподавания как передача знаний непосредственно из рук в руки от учителя к ученикам. Существовали и критерии отбора в такие школы, и испытания для учеников в процессе обучения. Дальнейшее развитие как наук, так и методик преподавания связано с возникновением университетов.

В X в. начинают развиваться экономические и культурные связи Европы и Востока. Появляются первые университеты (объединения преподавателей и студентов), сначала в Испании, где уже арабами был организован университет в Кордове, затем в Италии, Париже и Англии. Университет средневековой Европы существенно отличался от современного университета, однако до нашего времени сохранились ученые степени доктора и магистра, звания профессора и доцента.

Основным методическим приемом того времени были лекции (лат. *lectio* — чтение). Очень широко использовалась такая форма обучения, как диспут (лат. *disputatio*). Это публичный спор, в результате которого утверждалась научная или богословская истина. Прием являлся общепринятым в средневековой университетской практике. Структурно, процедура имела сходство с юридическим процессом и возглавлялась магистром, который подобно судье принимал окончательное решение о результате диспута. Научные дискуссии, семинары защиты диссертаций имеют до сих пор похожую процедуру и свое значение, как в современной науке, так и в высшей школе. Вскрывая особенности средневековой науки, можно сказать что, прежде всего, она выступает как совокупность правил, в форме комментариев к читаемому тексту. Роль преподавателей сводилась к чтению (лекциям) и своим комментариям к ним. Второй особенностью является тенденция к систематизации и классификации знаний.

В прошлом ученый, как правило, не имел точной специализации и работал в одиночку. Приборы в то время обычно покупались на собственные деньги или изготавливались самими учеными, а лабораториями служили частные комнаты или подвалы. Например, опыты по разложению белого света Ньютон проделал в своей квартире в Кембридже, где физическим прибором ему служила призма, купленная на собственные деньги. В 1687 г. был опубликован самый важный труд ученого под названием «Математические начала натуральной философии». По математическому и физическому уровню «Математические начала натуральной философии» были на порядок выше, чем изыскания всех ученых, работавших до Исаака Ньютона. Здесь не было недоказанной метафизики с пространственными рассуждениями, безосновательными законами и неясными формулировками, как в работах Аристотеля и Декарта. Но ведь это было и другое время. В Англии успешно развивались естественные науки, в стране трудились замечательные исследователи: У. Гильберт исследовал свойства магнитной стрелки, хотя его основная дея-

тельность была связана с медициной, он помимо врачебной деятельности, занимался исследованиями магнитных и электрических явлений, Р. Бойль изучал свойства газов, установив связь между объемом воздуха и его давлением; Р. Гук построил первый воздушный насос, усовершенствовал барометр, Д. Нейер ввел логарифмы. Увлечение наукой было почти модой. Английский историк Маколей свидетельствовал: «Для изящного джентльмена было почти необходимо уметь поговорить о воздушных насосах и телескопах». Но сочинение Ньютона было на особом счету, С.И. Вавилов писал: «В истории естествознания не было события более крупного, чем появление «Начал» Ньютона. ... Ньютоново учение о пространстве, времени, массах и силах давало общую схему для решения любых конкретных задач механики, физики и астрономии. Величественный пример системы мира, увенчанный открытием всемирного тяготения, увлекал науку на этот новый путь, на применение ньютоновской схемы ко всем разделам физики. Возникла классическая физика по образу и подобию «Начал». С этого момента можно говорить о появлении научной методологии в физике, появлении новых методов познания природы и ее исследования. Но передачи этой методологии и внедрения ее в систему массового образования, обучения практическим навыкам эксперимента на тот момент еще не появилось. . . ».

2. ПОЯВЛЕНИЕ ФИЗИКИ В РОССИИ КАК УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА

В России возникновение терминологии физики и развития методов преподавания на русском языке начинается с деятельности М.В. Ломоносова (1711–1765). Предпосылкой к развитию и науки и образования явились, конечно, реформы Петра I в этой области. Еще до создания Петербургской Академии Наук (1725 г.) Петром I осуществлялась попытка создать целую сеть учебных заведений, для детей разных сословий. В 1701 году начала функционировать Навигационная школа, в которой учили математике (цифрам, как тогда говорили) и навигации. Обучение велось в 3 класса: 1 и 2 классы — учили математику, а 3 класс — навигацию. Позднее в 1715,г. старший класс был переведен на обучение в Петербург в Морскую академию. На базе Навигационной школы в дальнейшем создавались другие школы: артиллерийская, инженерная, адмиралтейская. К 1723 г. было создано 42 цифирные школы. Но только в Ярославле набралось 26 учеников и проходило обучение. В остальных 41 школах учеников не было и такого предмета как физика не было тоже.

Только в начале XVIII века физика выделилась в самостоятельный предмет, отделившись от натурфилософии, сформировав свои собственные цели и задачи. В России как учебный предмет, физика была введена в школу в конце XVIII века, в то время как в Европе —

только в конце XIX.

В Московском университете как дисциплина физика возникает уже с момента его основания. Одним из первых преподавателей был ученый и богослов магистр философии Иоганн Филипп Литке, из остзейских немцев. Следующим приглашенным преподавателем стал Доминик Исидор де Франкози, уроженец Вьенны из Бургундии. Он был допущен в качестве преподавателя физики комиссией Петербургской Академии наук в июле 1756 г. к преподаванию основ экспериментальной физики с предписанием тщательной подготовки к занятиям и только после экзамена по предмету на дому у академика Г.Ф. Миллера. Первая лекция с опытными демонстрациями состоялась в мае 1757 г. и читалась на французском языке. Вел занятия Франкози и в университетской гимназии. Затем его сменил приглашенный из Лейпцига профессор У.Х. Керштенс, он преподавал экспериментальную и теоретическую физику на медицинском факультете с 1758 г. Далее был воспитанник Геттингенского университета Иоганн Иохим Юлий Рост. В это время под экспериментальной физикой подразумевались только демонстрации, служащие оформлением лекций. Важным событием для развития методик преподавания стал выход в 1746 г. в свет тиражом 1200 экземпляров части «Вольфианской экспериментальной физики» — сокращенного перевода немецкого трехтомного труда «Физические эксперименты или всевозможные полезные опыты, которыми прокладывается путь к познанию природы и искусства наставника Ломоносова Христиана Вольфа (1679–1754 гг.). Особенно ценными являются «Прибавления», написанные самим Ломоносовым специально для второго издания 1760 г. В этих прибавлениях изложены важнейшие результаты основных теоретических и экспериментальных работ самого Ломоносова по теории теплоты и электричеству. Перевод «Физики» сделан простым и точным языком, при этом Ломоносов вводит новые научные термины: сферический, теплотворная материя, зажигательное стекло.

Данная книга сыграла большую роль в распространении физического образования и положила начало развитию отечественных практических методик преподавания. К моменту выхода этого издания, Петербургская Академия наук существовала уже более 35 лет. И практически с первых лет ее существования выходили «Комментарии Санкт-Петербургской императорской Академии наук». В этом печатном издании публиковались труды академиков на латинском языке. Здесь печатались Л. Эйлер, Д. Бернулли, Г.З. Байер и другие крупнейшие ученые своего времени. С открытием школ при университетах появилась потребность в издании именно учебников и именно на русском языке, а не на латыни, немецком или французских языках. Одновременно с переводом Вольфианской экспериментальной физики вышла и Вольфианская теоретическая физика в переводе Бориса Волкова. Несмотря на появление учебников, где уже можно было найти описание экспериментов, в университетах России еще долго,

считалось, что главная задача преподавателя — читать лекции, а практическое обучение и занятия наукой — вещь второстепенная и необязательная. Но вслед за русскими учебниками стали появляться и русские преподаватели.

Первым русским преподавателем физики в Московском университете был Даниил Васильевич Савич. Лекции по физике он читал с 1757 по 1761 гг. После Савича кафедру физики и математики возглавил Иван Акимович Рост, который преподавал чистую и прикладную математику, металлургию и горное дело, оптику, механику, учение о трении, гидростатику, аэрометрию и геодезию. Рост начал издавать первый московский журнал по естественным наукам — «Магазин натуральной истории, физики и химии». В Московском университете чтение лекций по физике с 1757 года сопровождалось демонстрацией опытов. В середине столетия оснащение университетов приборами постепенно улучшалось. Но изучение физических явлений в основном сводилось к детальному изучению приборов. Студент должен был иметь представление о принципе действия стержней, пластин, термометров и вольтова столба.

Одним из самых популярных методов обучения физике в XIX веке было механическое заучивание материала сначала — по записям лекций, с появлением учебников — по кратким учебникам.

В 1791 г. кафедру опытной физики возглавил профессор Петр Иванович Страхов (1757–1813). Под его руководством на рубеже XVIII–XIX веков в Москве проводятся первые научные исследования в области физики и астрономии, появляются первые результаты, поначалу довольно скромные, конкурировать с Петербургской Академией наук было весьма проблематично. Страхов изучал явления грозы и разрядов молнии, работал над совершенствованием громоотводов, изучал испарение и замерзание ртути и различных масел. Можно видеть, что наука развивается, и в России и в Европе, но до продуктивных образовательных массовых технологий в экспериментальной физике пока дело не дошло.

3. НАЧАЛО XIX В. — ПОЯВЛЕНИЕ ЛАБОРАТОРИЙ И ФИЗИЧЕСКИХ КАБИНЕТОВ

К моменту 1799 г. в Англии для содействия массовому образованию и прикладным научно-техническим исследованиям собирают благотворительные средства и арендуют здание на Олбемарл-стрит для создания Королевского института Великобритании. Была получена даже королевская хартия, организованы лаборатории для научных исследований и приглашены ученые. Здесь работали Дэви, Фарадей и Тиндаль (1820–1893). Правда по воспоминаниям Тиндаля, сначала условия для работы были плохими: лаборатория «плохо вентилировалась, плохо освещалась и была совершенно неподходящей для ежедневной многочасовой работы.

Таким образом, появившиеся лаборатории не служили целям обучения экспериментальному искусству, вся аппаратура, которая в них была, служила в основном целям исследователей-одиночек или только лекционным целям. Фарадей в своих исследованиях обходился мотками проволоки, кусками железа, магнитными стрелками. Ни Максвелл, ни Кельвин не проходили какого-либо курса обучения практической физике. Его просто тогда не было. В университетах преподавание велось в классическом духе, основное внимание уделялось гуманитарным и математическим наукам, физике отводилось мало места. Так, в Кембриджском университете до 70-х годов из физики читались только оптика.

В Московском университете в 1804 г. при кафедре «теоретической и опытной физики» отделения физических и математических наук были учреждены Физический кабинет и Астрономическая обсерватория: с 1808 г. были организованы и систематические метеорологические наблюдения, в которых принимали участие и студенты университета.

Примерно в это же время к 1810 г. появляется учебник П. И. Страхова «Краткое начертание физики» — первый русский учебник физики, также и физический кабинет Московского университета, значительная часть которого погибла при пожаре Москвы 1812 г., был создан под патронажем П. И. Страхова.

Заслуга восстановления физического кабинета принадлежит преемнику Страхова на кафедре физики Ивану Алексеевичу Двигубскому (1772–1839), Будучи доктором медицины, Двигубский успешно читал лекции по физике, перевел на русский язык французский учебник Жокото «Физика в пользу воспитанников благородного университетского пансиона», а затем переиздал его с целым рядом изменений и дополнений.

В 1826 г. он впервые разработал программу курса физики, который читал до 1827 г. На основе физического кабинета он создал научно-исследовательскую лабораторию, где начались исследования в области метеорологии и физики атмосферы. После И. А. Двигубского физику в Московском университете преподавал Дмитрий Матвеевич Перевощиков (1790–1880). На основании своего лекционного курса по экспериментальной и теоретической физике он создал учебник «Руководство к опытной физике» (1833), первый русский учебник по теоретической физике, в котором автор широко использовал высшую математику при глубоком рассмотрении физических проблем.

Оборудование Московского университета, в 1854 году, насчитывало 405 приборов, большинство из них относились к разделу механики, около 100 — к разделу электричества и магнитных свойств, порядка 50 приборов — к теплоте. Стандартный набор любого кабинета и приборы, описание которых можно было бы найти в любом учебнике: архимедов винт, сифоны, ворот, рычаг, геронов фонтан, барометр, гигрометр.

В середине XIX столетия бурное развитие промышленности, машиностроения, химической промышлен-

ности, металлургии и горного дела, электротехники, теплотехники, строительство железных дорог, возникновение парохозяйства и воздухоплавания — все это стимулировало развитие науки и требовало новых форм ее организации. Все более усиливалась связь науки и техники. В этих условиях возникла необходимость в подготовке квалифицированных кадров, как ученых, так и инженеров. Образовательные учреждения в то время не соответствовали в полной мере этой роли. И с сороковых годов XIX столетия начинают создаваться физические лаборатории не только для исследований, а как новая форма организации коллективных методов обучения в физике.

4. ВОЗНИКНОВЕНИЕ ПЕРВЫХ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ И ПОЯВЛЕНИЕ ПЕРВОГО ФИЗИЧЕСКОГО ПРАКТИКУМА

Первая физическая лаборатория для коллективной работы была создана В. Вебером, приглашенным в Геттингенский университет Гауссом в 1831 году. Вебер привлек студентов к подготовке лекционных опытов, а наиболее заинтересованным, он предложил небольшие физические исследования. Позднее он ввел практические занятия для желающих. Таким образом, можно считать, что идеология «физического практикума», как методика обучения экспериментальной физике в массовом, а не в индивидуальном порядке, была заложена Вебером. При Вебере происходит деление физического отдела на кафедры экспериментальной и теоретической физики. Первой заведовал Вебер, второй — Листинг.

Помещения физического отдела университета были тогда очень малы. В лаборатории, где Вебер проводил работы в области геомагнетизма и гальванизма, электрических колебаний, совместно с Рудольфом Кольраушем (1809–1858) и определил отношение электростатических и магнитных единиц работали приглашенные на обучение ученые из различных стран мира. Русский ученый А. Г. Столетов, английский ученый Артур Шустер (1851–1934) и многие другие. Впоследствии ученику Вебера Фридриху Кольраушу (1840–1910) было поручено устройство физического практикума и руководство им. Свой богатый опыт педагогической деятельности в Геттингене Кольрауш обобщил в книге, ставшей всемирно известным первым пособием по практической физике. Практические занятия по физике начали распространяться по всем университетам и политехническим институтам мира.

В 40-х годах в Берлине университетский профессор Генрих Густав Магнус оборудовал несколько комнат в своем доме под физическую лабораторию и принимал студентов для работы в ней. Университет оплачивал расходы по содержанию лаборатории.

Лаборатория Магнуса была устроена со всеми возможными в частном доме удобствами. У Магнуса учились молодые исследователи не только из Германии, но

и из Америки, Англии, России: Видеман (1826–1899), Варбург (1846–1931), Тиндаль, Гиббс, А. Г. Столетов, М. П. Авенариус и др. Тематика исследований у Магнуса была самой разнообразной. Гельмгольц, например, изучал процессы гниения и брожения; Кундт исследовал распространение звука в твердых телах. Магнус положил начало физическим коллоквиумам.

И. Магнус был не единственным владельцем частной физической лаборатории при Берлинском университете. Почти каждый профессор физики Берлинского университета имел в своей квартире лабораторию, где студенты выполняли практические работы. Так, профессор Эрман (1806–1877) тоже имел в своей квартире лабораторию, где студенты могли производить магнитные наблюдения.

Лекционный курс профессора Квинке (1834–1924) дополнялся практическими занятиями, проводившимися у него на дому. Но лаборатория Магнуса имела наибольшую известность, как в Германии, так и за рубежом.

В лабораторию Магнуса приходило все больше и больше учеников. Части из них приходилось отказываться из-за недостатка помещений. В 1863 г. лабораторию переносят в здание университета. Она становится не частной, а государственной лабораторией, достигнув своего расцвета при знаменитом преемнике Магнуса — Гельмгольце.

О методиках обучения эксперименту в то время известно мало, но например, Франц Нейман в созданной им в Кенигсберге лаборатории начал сочетать экспериментальную и теоретическую физику в преподавательской работе. В 40-х годах Нейман организовал лабораторию на собственные средства. Ученики у Неймана, прежде чем перейти к экспериментам, проходили большую теоретическую подготовку по механике и математической физике. Именно Неймана можно считать основателем двухступенчатой подготовки к практическим занятиям.

Среди великих его учеников был Густав Роберт Кирхгоф.

Впоследствии Кирхгоф сам становится руководителем физической лаборатории в Гейдельберге, сменив на этом посту Ф. Г. Жолли (1809–1884).

В лаборатории Кирхгофа был создан один из лучших курсов экспериментальной физики, привлекавший учеников из различных стран мира. Этот курс расширил преемник Кирхгофа Квинке.

В Англии в Оксфорде в 1867 г. в небольшой комнате, выделенной университетом, обучение экспериментальной физике начал проводить профессор Клифтон. Большое количество частных лабораторий показывает, что назревает необходимость в создании объединения частных усилий, дело идет к рождению новых способов экспериментальной и теоретической работы.

В новом Страсбургском университете, основанном в 1872 г., уже заранее было предусмотрено строительство физического института. Его директор Кундт создал очень удобный для обучения и исследования ин-

ститут, который долго служил прототипом для многих институтов, аудиторий, лабораторий различных стран. Здесь под руководством Кундта была подготовлена целая плеяда экспериментаторов: Рентген, Лебедев, Пашен, Рубенс, Винер, Голицын. Создание лабораторий повлекло за собой развитие старых и основание новых мастерских физических приборов. Вслед за Страсбургским институтом в 1875 г. создаются физические институты в Лейпциге, Мюнхене, Бонне, Бреслау, Фрайбурге и других городах.

Среди пионеров экспериментального обучения в Великобритании были профессора В. Томсон (Кельвин), Клифтон, Фостер, Адаме, Б. Стюарт.

В 1846 г. 22-летний Томсон занял пост профессора натурфилософии в университете Глазго. Для проведения серии экспериментов по электродинамике он пригласил себе в помощь нескольких студентов. До 1870 г. лабораторией Томсону и его студентам служили старые лекционные комнаты и заброшенный винный подвал, а после переезда университета в новое здание в 1870 г. Томсону были предоставлены просторные помещения для экспериментальной работы.

В Оксфорде в 1867 г. в небольшой комнате, выделенной университетом, профессор Клифтон начал обучение экспериментальной физике. В 1872 г. вступила в строй спланированная Клифтоном Кларендонская лаборатория. Она послужила прототипом для многих лабораторий мира. Д.К. Максвелл посетил ее, когда планировал Кавендишскую лабораторию в Кембридже.

В октябре 1867 г. профессор К. Фостер в университетском колледже в Лондоне в небольшой комнате также начал занятия по экспериментальной физике. Он считал, что то «не может быть нормального обучения физике отдельно от практической работы, студенты должны иметь личное знакомство с явлением до того, как они смогут с пользой рассуждать о нем». Мысль Фостера об обязательном практическом обучении для всех студентов была претворена В. Адамсом в Кинг-колледже.

В Кембридже обучение экспериментальному искусству начало проводиться с 1874 г. в здании знаменитой Кавендишской лаборатории. Она была выстроена на частные средства и сыграла огромную роль в развитии физики. Ее руководителями были в разное время Максвелл, Рэлей, Дж. Дж. Томсон, Резерфорд.

В Америке систематическое лабораторное обучение было введено в 1869 г. в Массачусетском институте технологии в Бостоне профессором Э.С. Пикерингом. При организации лабораторных занятий главной трудностью, с которой столкнулся Пикеринг, было «дать возможность двадцати или тридцати студентам одновременно выполнять эксперименты без дублирования аппаратуры и предотвратить опасность повреждения тонкой аппаратуры», и эти трудности были успешно преодолены.

А вот во Франции так хорошо не получалось. Профессор Адаме, посетивший Францию в 1868 г., нашел, «что единственной лабораторией, где велось система-

тическое обучение практической физике, была лаборатория Жамена в Сорбонне, где студенты уже занимались определением физических констант и где аппаратура была именно та, которую использовал профессор в собственных исследованиях». Под руководством Жамена в лаборатории работало несколько русских и румынских физиков. Но материальное состояние лабораторий оставляло желать много лучшего. Мария Склодовская-Кюри, учившаяся в Сорбонне с 1891 г., прошла курс практического обучения по физике, но первое свое исследование провести в перегруженных лабораториях Сорбонны она не смогла.

5. СОЗДАНИЕ ФИЗИЧЕСКОГО ПРАКТИКУМА В МОСКОВСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ И ДРУГИХ ВУЗАХ

Возникновение физического практикума как учебного предмета в Московском университете восходит к 1872 году, когда А.Г. Столетову, с помощью тогдашнего заведующего кафедрой физики физико-математического факультета Московского университета профессора Н.А. Любимова, удалось создать учебную и научную лабораторию. Здесь А.Г. Столетов заложил основы первого общего физического практикума для экспериментального обучения студентов. Этот зародившийся практикум непрерывно совершенствовался и расширялся. Главным демонстратором физического кабинета, в течение многих лет был И.Ф. Усагин, помогая на лекциях Любимову, Столетову, Лебедеву, Умову и ученику Столетова профессору А.П. Соколову. Его руками были сконструированы многочисленные демонстрационные приборы, с помощью которых он виртуозно демонстрировал самые сложные физические явления. Усагин создал целую серию оригинальных физических приборов, которые были использованы знаменитыми университетскими физиками, делавшими с их помощью свои выдающиеся открытия.

Таким образом, именно ученика А.Г. Столетова и его ученика Алексея Петровича Соколова (1854–1928), считают создателями первого физического практикума в Московском университете.

Вообще, традиционным для России, для русских физиков местом деятельности и обучения практическим экспериментальным навыкам служили физические кабинеты. Здесь хранилась аппаратура, которую применяли на лекционных демонстрациях, и проводились единичные экспериментальные исследования.

Еще в 1795 г. В.В. Петров организовал первый физический кабинет при Медико-хирургической академии. Его желание организовать научно-исследовательскую работу для студентов, превратить кабинет в лабораторию не осуществилось.

Э.Х. Ленц в 40-х годах XIX в. пытался преобразовать физический кабинет Академии наук в физическую лабораторию, привлекая молодых исследователей для работы в нем, но и эта затея не удалась.

Первая лаборатория в России создается при Петербургском университете Ф.Ф. Петрушевским (1828–1904) в 1865 г. В первые пять лет число работающих в ней не превышало десяти человек; в 1870 их было 18, в 1875 — уже 76, а в 1878 — 115. Надо отметить, что введение Петрушевским лабораторного практикума в университете шло в одно время с введением подобного практикума за границей. Организация физических кабинетов происходила не только в университетах, но и других учебных заведениях.

В 1832 г. при Ремесленном учебном заведении Московского Воспитательного Дома создан физический кабинет. Воспитанникам учебного заведения читался курс элементарной физики, а лекции по физике сопровождались простейшими, наглядными демонстрациями в физическом кабинете. Лабораторный практикум, в его современном понимании, отсутствовал, поскольку будущие выпускники рассматривались не как исследователи, а исполнители технических заданий, формируемых специалистами более высокой квалификации. В 1858 г. возглавивший кафедру физики профессор Московского университета Н. А. Любимов (1830–1897) сформулировал принцип, реализуемый и в настоящее время: «Знакомство с физическими законами для техника важно на каждом шагу; знание методов физических исследований может быть ему полезно во многих случаях. Множество приложений основано на физических законах». Учитывая техническую направленность РУЗ (с 1868 г. — Императорское Московское Техническое Училище (ИМТУ)), профессор Н. А. Любимов разработал — впервые в российской высшей школе — многоуровневый учебный план преподавания физики, ориентированный на подготовку техников и инженеров. Он включал подготовительный класс, мастерский класс и специальный класс. Можно вспомнить, что на подобных принципах была устроена и система образования еще в античные времена.

В подготовительных классах: обучающихся знакомят с основными, элементарными понятиями курса физики.

В мастерских классах преподавание курса физики начиналось с базовых разделов, которые изучались в строгой логической последовательности.

В специальных классах читались лекции по прикладной физике.

Был создан физический кабинет, техническое оснащение которого соответствовало самым высоким стандартам того времени, что позволило усилить роль демонстрационного эксперимента в преподавании физики. Развитие российской промышленности привело к развитию инженерного образования. Подготовка инженеров становится массовой. Физические практикумы повсеместно появляются в университетских и вузовских программах, складывается известная нам методическая триада — допуск, выполнение, защита. Появляется много разработок методического характера.

6. ПОЯВЛЕНИЕ МЕТОДИЧЕСКИХ РАЗРАБОТОК ПО ПРЕПОДАВАНИЮ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКИ

Первой обобщающей работой по методике преподавания физики стала книга Федора Шведова, выпущенная в 1894 г., «Методика физики». В ней были рассмотрены построение учебного курса, классификация методов и их психологическое обоснование, впервые было дано описание задач предмета.

Дореволюционный период характеризовался резким ростом числа методических изданий. Можно вспомнить такие имена: В.В. Лерманов, Н.В. Кашин.

В.В. Лерманов издал ценные пособия: «Объяснения практических работ по физике» (СПб., 3 выпуска, 1908–1912; дополнительный выпуск: «Высшая математика для нематематиков», 1904); «Методика физики и содержание приборов в исправности» (1907). Лерманов разработал оригинальную систему педагогических взглядов, направленную на практический характер обучения школьников и студентов.

Н.В. Кашин стал одним из первых внедрять в практику занятий по физике лабораторные работы. Будучи учителем гимназии, он проводил лабораторные работы по химии и физике с применением точных научных приборов и аппаратуры. Им были написаны «Лабораторный курс физики» для промышленных техникумов и, построенный на основе лабораторных занятий, более тридцати лет профессор Н.В. Кашин преподавал в Горном институте: он был организатором и первым заведующим кафедрой физики, где с 1948 работал совместно с одним из своих учеников Д.И. Сахаровым.

Вот предложения методического характера из перечисленных пособий:

1. Внедрение «плодоносных», а не «стерильных» теоретических знаний.
2. Широкое использование демонстраций.
3. Двухступенчатая система.
4. Разработка и применение самодельных приборов.
5. Восприятие физики как дисциплины, формирующей мировоззрение.
6. Экспериментальный метод как одна из основ обучения.
7. Применение индукции и дедукции.
8. Творческое сочетание теории и эксперимента.

Именно расширение научных лабораторий, внедрение практик лабораторных работ в гимназическом и университетском образовании, развитие научных исследований привели к всплеску научных открытий на рубеже веков. Кое-что осталось неизменными до наших дней, но появляются новые тенденции, обеспечивая непрерывность и постоянное совершенствование

преподавания одной из самых важных для понимания мира дисциплин.

Отрадно заметить, что в авангарде педагогических технологий все же выступал Московский Университет и его выпускники, работающие и в других технических вузах.

7. РАЗВИТИЕ МЕТОДИК ПРЕПОДАВАНИЯ В ФИЗИЧЕСКИХ ПРАКТИКУМАХ

Заведующий кафедрой физики, выпускник Московского университета, профессор В. С. Щегляев (1857–1919), осуществил два важных шага в развитии учебного практикума. Во-первых, в 1887 г. на кафедре физики был создан постоянно действующий лабораторный практикум для студентов. Практикум содержал 39 лабораторных работ по пяти разделам физики: общие измерения, акустика, оптика, теплота и электричество. За время обучения в физическом практикуме каждый студент должен был выполнить все 39 работ. А в 1906 г. В. С. Щегляев организовал в институте специальный практикум (спецпрактикум) для преподавателей, на базе которого можно было осуществлять научные исследования. К работе в спецпрактикуме привлекались и наиболее способные студенты. Таким образом, кафедра физики не только обеспечивала базу для освоения профессиональных дисциплин, но и обеспечивала студентам возможность приобретения навыков самостоятельных исследований в ходе обучения.

Уже в 1906/07 учебном году по предложению профессора В. С. Щегляева, помимо двухуровневого курса физики, была введена новая дисциплина — «Методы физических измерений».

Примерно в это же время в 1908 г. вышла в свет книга профессора Московского университета Алексея Петровича Соколова «Физический практикум при Физическом институте Московского университета». Во втором издании, вышедшем в двадцатых годах, «Физический практикум» был значительно переработан. А. П. Соколов и К. П. Яковлев дополнили его рядом новых задач и справочных материалов. В качестве своих коллег по работе над этой книгой они называли С. И. Вавилова, И. И. Васильева, Б. А. Введенского, М. А. Леонтовича, А. С. Предводителя, С. Н. Ржевкина, Е. С. Четверикову, И. А. Яковлева и других.

Развитие методик практических работ в университетах и технических вузах шло примерно одинаковым путем. С развитием науки происходила модернизация оборудования, появлялись новые работы и спецпрактикумы.

Например, в техническом университете имени Баумана для обеспечения научно-исследовательской работы студентов был создан модульный цикл экспериментов и методические пособия, обеспечивающие единство требований к оценке работы студентов.

Было поставлено более 70 оригинальных лабораторных работ по всем разделам курса физики.

Идея создания лаборатории НИРС (научно-исследовательская работа студентов) принадлежит профессорам кафедры физики — Ю. В. Корневу и В. Н. Корчагину. Активная деятельность проф. В. Н. Корчагина и поддержка зав. каф. физики (1976–1998 гг.) К. Б. Павлова позволили воплотить эту идею в жизнь.

За время своего существования практикум НИРС превратился в учебно-научный комплекс, включающий следующие взаимосвязанные элементы: практикум по курсу общей физики, практикум выпускающей кафедры, автоматизированный практикум удаленного доступа с использованием Интернета, виртуальный практикум по компьютерному моделированию физических процессов, эффектов и явлений, а также совместную с Физическим институтом РАН им. П. Н. Лебедева учебно-научную лабораторию «Лазерная физика».

Основой лабораторной базы практикума стали оригинальные разработки преподавателей и сотрудников кафедры, ставшие результатом внедрения в учебный процесс их научных исследований.

По инициативе кафедры физики в 2011 г. руководством университета был рассмотрен вопрос о расширении учебного лабораторного практикума. В результате на территории главного здания университета был создан новый учебный лабораторный комплекс кафедры физики — «Дом Физики».

Проектирование и техническое наполнение «Дома физики» осуществлялось исходя из комплекса задач, вытекающих из потребностей технического университета, осуществляющего подготовку специалистов, бакалавров и магистров по более чем 50 направлениям подготовки.

В настоящее время пересматриваются базовые принципы, на которых основывается обучение практической физики, разработаны образовательные стандарты третьего поколения, согласно которым лабораторная практическая работа по физике не может сводиться только к выполнению некоторых действий и изучению конкретных явлений, то есть к формированию знаний, умений и навыков, как это предусматривалось образовательными стандартами второго поколения. Лабораторный практикум, согласно новым веяниям, должен готовить студентов к определенным видам деятельности, предусмотренным стандартами подготовки специалистов, то есть служить основой для формирования компетенций, предусмотренных реализуемыми в университете образовательными стандартами третьего поколения.

При планировании работы в «Доме физики» преподавателями кафедры был осуществлен анализ стандартов образования третьего поколения.

При формировании компетенций в области физики важно, что естественные, математические и даже гуманитарные науки играют важную роль в формировании не только общенаучных, но и инструментальных, социально-личностных и общепрофессиональных компетенций. На наш взгляд, было бы целесообразно

в рамках физических практикумов дифференцировать практические работы так, чтобы часть из них была предложена на историческом, устаревшем с точки зрения технического прогресса оборудовании, но с явным показательным эффектом, или с описаниями, имеющими историческую подоплеку, или примером работы, воспроизводящей эффективные образцы практических, экспериментальных методик. Методическое обеспечение лабораторного практикума должно, в том числе, формировать у студентов социально-личностные компетенции, обеспечивающие в дальнейшем выпускнику вуза способность к успешному профессиональному самообразованию.

Лаборатории общего физического практикума могли бы включать как учебные работы в специализированных лабораториях, так и учебные лаборатории с элементами научных исследований — НИРС. Можно было бы воссоздать лабораторию исторического образца. Такое решение могло бы увеличить степень заинтересованности студентов разных факультетов в изучении курса физики, ее исторической перспективы, связи с другими дисциплинами. Использование современного лабораторного оборудования делает изучение курса физики более востребованным с точки зрения адаптации будущих инженеров к условиям современной научной лаборатории. Можно было бы предлагать работы, основанные на открытых данных, выложенных в общий доступ. В лабораториях НИРС студенты могут глубже изучать и осваивать на практике курс общей физики и специальные разделы физики. Отличительной особенностью работы студентов в лабораториях НИРС является индивидуальный график работы, расширенная тематика предоставленных лабораторных работ. Для работы в этих лабораториях приглашаются студенты, имеющие только отличную успеваемость. Для работы на историческом оборудовании можно было бы допускать студентов не с самой блестящей успеваемостью с целью усиления их мотивации и заинтересованности физикой. А для практических работ, основанных на открытом доступе, не нужно физически присутствовать в лаборатории, их можно делать дистанционно.

Организация многоуровневого физического практикума в рамках единого лабораторного комплекса обеспечивает возможность построения индивидуальной учебной работы со студентами, заинтересованными в углубленном изучении курса физики.

8. ПОЯВЛЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ПРАКТИКУМОВ В СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ШКОЛАХ

В советское время во многих школах вслед за вузами появляются полноценные физические практикумы по всем разделам физики. Одним из первых практикумов для школьников в Москве был созданный при участии Д. А. Соболева в 18 физико-математическом интернате (впоследствии СУНЦ МГУ). Сейчас школьники СУНЦ МГУ выполняют практические работы по

физике в практикуме для естественных факультетов, расположенном на третьем этаже физического факультета. К слову сказать, этот практикум посещают не только школьники СУНЦ, но и другие ученики московских школ.

В настоящее время в СУНЦ работает лаборатория научного творчества и олимпиадный практикум по экспериментальной физике. Задания олимпиадного практикума впервые были предложены в 2013 г. на Первой международной олимпиаде школьников по экспериментальной физике для 8–11 классов «ЕРНО-2013». Можно вспомнить, что начиная с 1974 г. в советское время «Пионерская правда» использовала похожие технологии и предлагала изобретательские задачи. Самые настоящие «взрослые» задачи — например, задача об измерении давления газа внутри электрической лампы (Задача решается с помощью пропускания постоянного тока высокого напряжения через лампу. Разряд в газах возникает при разности потенциалов, зависящей от давления газа в сосуде.). Тысячи писем, приходившие в редакцию с решениями показывали огромный интерес пяти-семиклассников (целевой аудитории этой газеты) Их анализировали, разбирали в газете типичные ошибки, объясняли кусочек теории — и снова давали задачи.

Эта тема как раз и получила развитие на занятиях в кружках олимпиадной физики и специализированных профильных школах.

9. СОЗДАНИЕ И РАЗВИТИЕ СПЕЦПРАКТИКУМОВ

Создание и развитие спецпрактикумов, основанных на новых физических явлениях открывало перспективы для получения важных экспериментальных навыков.

В начале 1937 г. по инициативе П. Л. Капицы в Институте физических проблем (ИФП) был организован первый в мире спецпрактикум по низким температурам, с методикой эксперимента в гелиевой области температур. Задачи практикума строились на основе физических явлений, суть которых еще предстояло понять или в которых еще не были установлены фундаментальные закономерности. Так, например, в практикуме ИФП для студентов МФТИ до сих пор функционирует собранная установка по наблюдению проникновения магнитного поля в сверхпроводящий оловянный шар. Тогда эти исследования только начинались, открытие промежуточного сверхпроводящего состояния было еще впереди. В организации практикума, принимали самое активное участие научные сотрудники Института физических проблем им. П. Л. Капицы РАН П. Г. Шальников, П. Г. Стрелков и Н. А. Бриллиантов, подготовившие впоследствии «введение в физику низких температур» и описание задач. Это пособие не утратило своей образовательной ценности до сегодняшнего дня. Практикум начал работать в 1938 г. и до сих пор продолжает функционировать для студентов МФТИ.

Спецпрактикумы построенные на аналогичных принципах существуют на всех отделениях и выпускающих кафедрах физического факультета.

В последние годы на принципах объединения образовательных ресурсов создаются специальности, для которых используются практические наработки сразу нескольких факультетов, так в 2008 г. в МГУ имени М. В. Ломоносова был создан Научно-образовательный Центр по нанотехнологиям (НОЦ).

НОЦ осуществляет подготовку по новым программам, созданным на базе практикумов сразу нескольких факультетов: физического, химического, биологического факультетов, факультетов наук о материалах, биоинженерии и биоинформатики и фундаментальной медицины с использованием современных образовательных технологий.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подводя итог погружения в историю создания физических практикумов и развития их до настояще-

го времени, показано, что методические приемы, используемые в работе, сложились довольно давно. По-видимому, для сохранения эмпирической компоненты в преподавании физики в вузе и школе необходимо диверсифицировать уровни экспериментальных работ физического практикума, вводя комплексы лабораторных работ, как базового, так и продвинутого уровня, а также с элементами научного исследования. Возможно, повысит интерес к практическим занятиям предложение работ с историческим содержанием или использованием приборов прошлого, с воспроизведением исторически эффективных образцов экспериментального искусства, как например, это делается в экспериментальной археологии, когда ученые не только изучают технологии прошедших эпох, но и повторяют их, создавая заново предметы искусства прошлых эпох. Также для вовлечения студентов в научную деятельность, отвечающую актуальным научным исследованиям, и для формирования более широкого исследовательского подхода, интересно предложить работы, опирающиеся на современные научные данные, публикуемые в открытом доступе.

Development and improvement of methods of physical laboratory practicum from the second half of XIX century to the present time

I. V. Kuznetsova

¹*Department of Physics, Kolmogorov's Advanced Educational Scientific Center, Lomonosov Moscow State University
Moscow, 121352, Russia
E-mail: irinakuznetsova-64@mail.ru*

Physics is an experimental science Methodological building of it is based on experimental confirmation of theoretical constructions. The explorations in experimental physics can be divided into three parts: preparation, measurement and processing of the results. Each of these parts requires special skills that need to be learned.

A special role in the methodical system of modern physical education is occupied by practicum, where students get the skills necessary in each part of the experimental work. In the universities of natural profile and specialized schools has developed a system of teaching practical physics, which is based on the sequence of educational actions of the students. First, the student learns the theory necessary to perform the work of the physical research. Then receives the so-called "admission to work talking with the teacher about the purpose of the work, the order of its implementation, instrumentation, etc. After performing in the allotted time, the experimental study, the processing of measurements, and then defend the results and receives an assessment for the work. This methodological triad has developed in all practicum.

As noted by many teachers, currently interest to practical study decreased, which means the need to improve the methods used in them. In order to suggest ways to improve the methods of practical work, it is proposed to trace the historical retrospective of the emergence of physical practicums and their existing teaching methods from the moment of occurrence of it to the present time.

PACS: 01.65 +g, 01.50.Qb.

Keywords: student learning, methods of physics labs, history of the teaching, practical and experimental physics.

Received 17 June 2019.

Сведения об авторе

Кузнецова Ирина Витальевна — канд. физ.-мат. наук, ассистент; тел.: (495) 305-39-28, e-mail: irinakuznetsova-64@mail.ru.