Уважаемые читатели!

Подписка на электронные версии журналов не дает подписчику права на их дальнейшее распространение без письменного согласия правообладателя. Любое распространение подписчиками электронной версии запрещается. ООО «Школьная Пресса» является правообладателем всех редакционных материалов, опубликованных в печатных СМИ и (или) размещенных в интернет-проектах соответствующих СМИ, кроме материалов, в содержании которых имеется ссылка на другого правообладателя. Продолжив работу с электронной версией, вы тем самым соглашаетесь с вышеизложенным.

ISSN 0130-5522

научно-методический журнал

7 2015

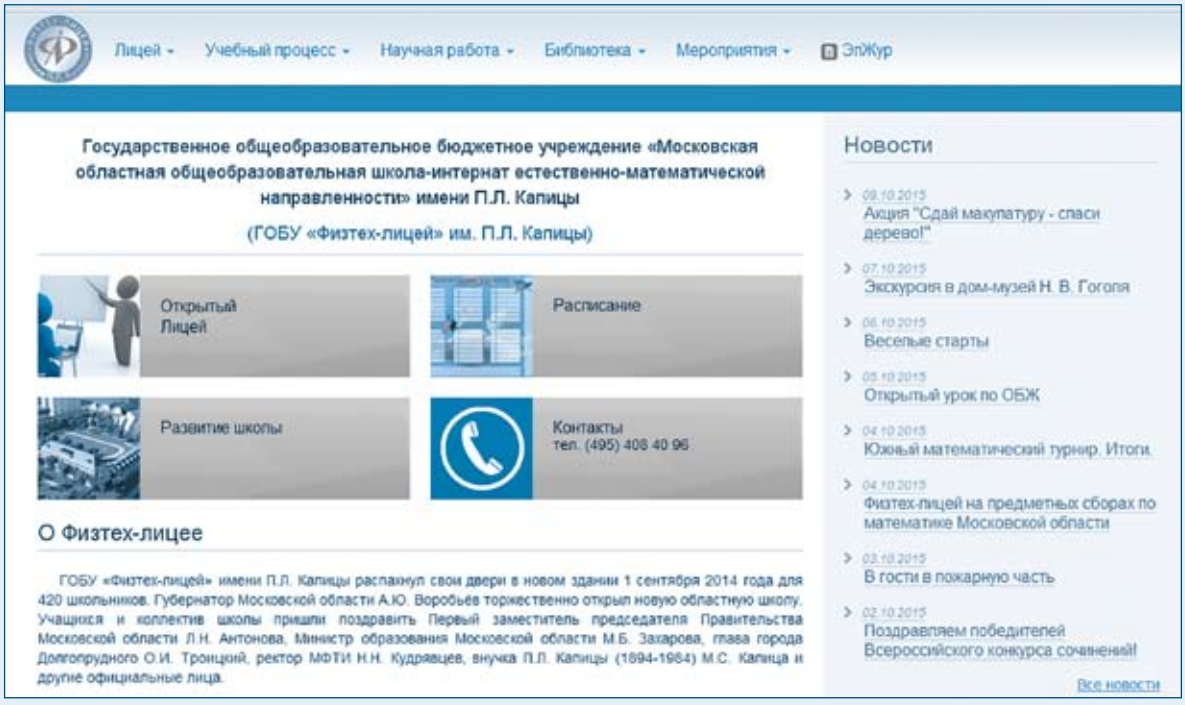
ФИЗИКА в школе

Модернизация компетентности учителя физики

Условия работы с одаренными детьми и учащимися непрофильных классов

Обучение исследовательской деятельности

Что в имени твоем...



ГОБУ «Физтех-лицей» им. П.Л. Капицы создан на основе Муниципального общеобразовательного учреждения лицей № 11 «Физтех», который был учрежден в 1991 г. по инициативе преподавателей и сотрудников МФТИ и поддержке Администрации г. Долгопрудного. Несмотря на то, что это была небольшая школа (всего около 200 учащихся), она входила в десятку лучших школ Подмосковья.

В 2012 г. лицей награжден Почетной грамотой Министерства образования Московской обл. как победитель областного конкурса муниципальных общеобразовательных учреждений Московской обл., разрабатывающих и внедряющих инновационные образовательные программы.

В этом же году АОУ лицей награжден Дипломом «Школа цифрового века» за участие в Общероссийском проекте «Школа цифрового века» и за использование педагогическим коллективом возможностей современно-информационных технологий и цифровых предметно-методических материалов.

С момента образования лицея педагогический коллектив непрерывно расширяет и разнообразит инновационную деятельность. Обучение здесь ведется на высоком профессиональном уровне с участием преподавателей ФизТеха и других вузов Москвы. Лицейские программы по физике, математике, химии, иностранным языкам разработаны с ориентацией на вузовские требования, для старшеклассников введен курс физических основ нанотехнологии на базе МФТИ.

http://ftl.name

№ 7
2015

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ ИЗДАЕТСЯ С МАЯ 1934 г.

ФИЗИКА В ШКОЛЕ

Образован в 1934 году Наркомпросом РСФСР. Учредитель — ООО «Школьная Пресса». Журнал выходит 8 раз в год

ДОСТИЖЕНИЯ СОВРЕМЕННОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНИКИ

▶ **В.А. Ильин, В.В. Кудрявцев, П.И. Самойленко** **3**
Термоядерный синтез: проблемы и перспективы

МЕТОДИКА. ОБМЕН ОПЫТОМ

▶ **Л.А. Бордонская** **14**
Методика преподавания электродинамики — основное направление научной деятельности С.Е. Каменецкого

▶ **Джораев Мухаматрасулжон, А.А. Ахмедов.** **20**
Модернизация компетентности будущего учителя физики

▶ **В.Я. Синенко.** **23**
Об условиях работы с интеллектуально одаренными детьми в специализированных классах

▶ **И.Л. Беленок, Ю.Б. Кляйн** **27**
Сеть специализированных классов Новосибирской обл.

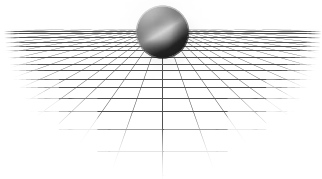
▶ **А.П. Дегтярева** **31**
Востребованность учащимися непрофильных классов интернет-поддержки школьного курса физики

▶ **А.И. Слободянюк, О.С. Филиппенко** **36**
Применение метода аналогий при изложении вопросов электростатики и гидростатики

▶ **Д.А. Ивашкина** **47**
Обучение учащихся исследовательской деятельности

ИНФОРМАЦИЯ

▶ **И.Я. Филиппова** **62**
На экскурсии в музее истории физики физического факультета Томского университета



Главный редактор **С.В. Третьякова,** к.п.н. **/ Tretiakova, S.V.** Ph.D. in Education
Зам. главного редактора **Е.Б. Петрова,** д.п.н., профессор **/ Petrova, E.B.** DrSci in Education, Professor
Редакторы отделов: **Э.М. Браверман,** к.п.н. **/ Braverman, E.M.** Ph.D. in Education
Зав. редакцией **Е.Н. Стояновская / Stoyanovskaya, E.N.**

Состав редколлегии

Демидова М.Ю., к.п.н., доцент	**Demidova, M.Yu.** Ph.D. in Education, Associate Professor
Засов А.В., д.ф.-м.н., профессор	**Zasov, A.V.** Doctor of physics and Mathematics, Professor
Королев М.Ю., д.п.н., доцент	**Korolev, M.Yu.** DrSci in Education, Associate Professor
Майер В.В., д.п.н., профессор	**Mayer, V.V.** DrSci in Education, Professor
Мансуров А.Н., д.ф.-м.н., профессор	**Mansurov, A.N.** Doctor of physics and Mathematics, Professor
Никифоров Г.Г., к.п.н., ведущий научный сотрудник	**Nikiforov, G.G.** Ph.D. in Education, Leading researcher
Пентин А.Ю., д.ф.-м.н., профессор	**Pentin, A.Yu.** Doctor of physics and Mathematics, Professor
Разумовский В.Г., академик, д.п.н., главный научный сотрудник	**Razumovsky, V.G.** DrSci in Education, Academician, Professor, Chief researcher
Степанова Г.Н., д.п.н., профессор	**Stepanova, G.N.** DrSci in Education, Professor
Ханнанов Н.К., к.х.н.	**Khannanov, N.K.** Ph.D. in chemical Sciences

Адрес издательства:
127254, Москва, ул. Гончарова, д. 17А, корп. 1
ООО «Школьная Пресса», тел.: 8 (495) 619-52-87, 619-52-89.
Интернет http: // www.школьнаяпресса.рф E-mail: fizika@schoolpress.ru

Формат 84×108/16. Тираж 4000 экз. Изд. № 2901. Заказ
Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия, свидетельство о регистрации ПИ № ФС 77-38550 от 21.12.09.
Охраняется Законом РФ об авторском праве. Запрещается воспроизведение любой журнальной статьи без письменного разрешения издателя. Любая попытка нарушения закона будет преследоваться в судебном порядке.
Отпечатано в АО «ИПК «Чувашия», 428019, г. Чебоксары, пр. И. Яковлева, д. 13.
© ООО «Школьная Пресса», © «Физика в школе», 2015, № 7

ТЕРМОЯДЕРНЫЙ СИНТЕЗ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Продолжение. Начало см. в № 6–2015

В.А. Ильин, д.ф.-м.н., проф. кафедры общей и экспериментальной физики МПГУ, г. Москва; minjar@mail.ru	**V.A. Ilyin**, Dr. Sci. (Physics and Mathematics), professor of department of general and experimental physics of Moscow State Pedagogical University, Moscow; minjar@mail.ru
В.В. Кудрявцев, к.п.н., ведущий редактор учебной литературы по физике ИЦ «Вентана-Граф», г. Москва; kudV-V@yandex.ru	**V.V. Kudryavstev,** Cand. Sci. (Pedagogics), senior editor of educational literature for physics of Publishing Centre Ventana-Graph, Moscow; kudV-V@yandex.ru
П.И. Самойленко, д.п.н., член-корреспондент РАО, профессор Московского государственного университета технологии и управления им. К.Г. Разумовского	P.I. Samoilenko, Dr. Sci. (Pedagogics), correspondent member of the Russian Academy of Education, professor of Moscow State University of Technologies and Management named after K.G. Razumovskiy

Ключевые слова: термоядерные реакции, водородная бомба, критерий Лоусона, токамак, ИТЭР	**Key words:** thermonuclear reactions, hydrogen bomb, Lawson criterion, tokamak, ITER

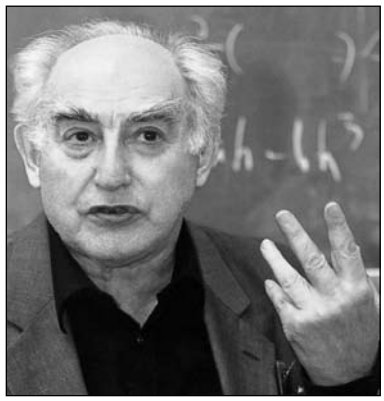
Обсуждается одна из глобальных задач физики и техники XX–XXI вв. — овладение термоядерной энергией. Кратко рассмотрена история фундаментальных открытий в физике атомного ядра и теоретические положения, объясняющие механизм термоядерного синтеза. Описаны критерии реализации и схемы осуществления управляемого термоядерного синтеза. Рассказано об истории создания водородной бомбы. Приведены сведения о конструкции токамака, технических параметрах международного термоядерного реактора ИТЭР. Представленные материалы могут быть использованы при углубленном изучении раздела «Физика атомного ядра. Элементарные частицы» в курсе физики старшей школы, при проведении проектной и учебно-исследовательской деятельности учащихся	One of the global challenges of the physics and technology of the 20^{th} – 21^{st} centuries, mastering of thermo-nuclear energy, is under discussion. The history of fundamental discoveries in the physics of atomic nucleus, and theories explaining the mechanism of thermonuclear fusion are considered in brief. The criteria of implementation and scheme of controlled thermonuclear fusion are described. It describes the history of the hydrogen bomb creation. The information about the structure of the tokamak, the technical parameters of the International Thermonuclear Experimental Reaction ITER is set out. The set out materials can be used for in-depth study of the section «Nuclear physics. Atomic particles» in the course of physics of high school, at carrying out any project and teaching and research activities of students

В июне 1948 г. по постановлению Правительства в ФИАНе под руководством И.Е. Тамма была создана специальная группа (в нее был включен А.Д. Сахаров), в задачу которой входило оценка возможности создания водородной бомбы. Уже через несколько месяцев А.Д. Сахаров предложил свой вариант: гетерогенную конструкцию из чередующихся слоев легкого вещества (дейтерий, тритий и их химические соединения) и тяжелого ($^{238}_{92}$U), названную им «слойкой». Именно она была успешно реализована и испытана в 1953 г. (рис. 4).

Потенциально «слойка» могла быть усовершенствована, и 6 ноября 1955 г. был успешно испытан другой ее вариант (бомба РДС-27, мощность составила 250 кт), вообще не содержавший трития (был использован

⊙ Любое распространение материалов журнала, в т.ч. архивных номеров, возможно только с письменного согласия редакции.

А.Д. Сахаров



В.Л. Гинзбург

И.Е. Тамм

гидрид лития-6). Испытание было проведено с самолета на высоте 1 км и стало первым в мире подобным экспериментом. Тем самым, СССР располагал вполне реальным, относительно недорогим и транспортабельным термоядерным оружием. Однако уже в это время появилась идея об использовании атомного взрыва для сжатия термоядерного горючего и его поджига. При этом советские физики осознали важность достижения сильной степени сжатия, т. е. большой плотности термоядерного горючего для обеспечения его детонации. Выяснение физических процессов, происходящих в термоядерной бомбе, создаваемой по новому принципу, потребовало решения многих интересных физических задач. Высокие температуры,

Рис. 4. Взрыв термоядерной бомбы РДС-6с

при которых протекают термоядерные реакции, привели к возникновению специального раздела науки — физики высоких давлений и температур. Происходящие при этом процессы имеют аналогию, пожалуй, только в звездах, и детально изучаются в астрофизике.

Работа над зарядом не могла вестись просто на исполнительском уровне без полной самоотдачи со стороны каждого участника. К началу лета 1955 г. расчетные работы были полностью завершены. Изготовление экспериментального заряда завершилось к осени этого года. Требования к производству были более высокие, чем раньше. Это, прежде всего, относилось к прецизионности изготовления деталей и к особой чистоте материалов. Экспериментальный термоядерный заряд РДС-37, положивший начало новому поколению отечественных водородных бомб (в них использовалась двухступенчатая конструкция), был испытан 22 ноября 1955 г. От успешной реализации идеи в этих испытаниях до создания серийных образцов был пройден нелегкий путь конкретного конструирования, технология которого была отработана в 1958 г. Она и предопределила современный облик отечественных водородных зарядов.

Разработка советского термоядерного оружия в результате научно-технического творчества А.Д. Сахарова, Я.Б. Зельдовича, Ю.Б. Харитона и их сотрудников, стала,

⊙ Любое распространение материалов журнала, в т.ч. архивных номеров, возможно только с письменного согласия редакции.

пожалуй, самой яркой страницей в истории советского атомного проекта. Обладание этим оружием, как СССР, так и США фактически сделало невозможной войну между этими сверхдержавами.

Последовательность процессов, происходящих при взрыве водородной бомбы, можно представить следующим образом. Сначала взрывается находящийся внутри оболочки бомбы заряд-инициатор термоядерной реакции (небольшая атомная бомба), в результате чего возникает нейтронная вспышка и создается высокая температура, необходимая для начала термоядерного синтеза. Нейтроны бомбардируют вкладыш из дейтерида лития-6, который под их действием расщепляется на гелий и тритий. Таким образом, атомный запал создает необходимые для термоядерного синтеза материалы непосредственно в самой приведенной в действие бомбе. Затем начинается термоядерная реакция в смеси дейтерия с тритием, температура внутри бомбы стремительно нарастает, вовлекая в синтез все большее количество атомов водорода. При дальнейшем повышении температуры могла бы начаться реакция между ядрами дейтерия, характерная для чисто водородной бомбы. Все реакции, конечно, протекают настолько быстро, что воспринимаются как мгновенные.

На самом деле описанная выше последовательность процессов заканчивается на стадии реакции дейтерия с тритием. Далее конструкторы бомбы предпочли использовать не синтез ядер, а их деление. В результате синтеза ядер дейтерия и трития образуются гелий и быстрые нейтроны, энергия которых достаточна, чтобы вызвать деление ядер урана-238. Быстрые нейтроны расщепляют атомы урановой оболочки супербомбы. Каждое ядро $^{238}_{92}\mathrm{U}$ расщепляется на два радиоактивных «осколка». В число продуктов деления входят почти 200 радиоактивных изотопов 36 химических элементов. Это и есть радиоактивные осадки, сопровождающие взрывы супербомб. Последствия взрыва такой бомбы грандиозны. Два их главных поражающих фактора — ударная волна и тепловой эффект. Наиболее очевидное из прямых воздействий — ударная волна огромной интенсивности. Сила ее воздействия, зависит от мощности бомбы, высоты взрыва над поверхностью Земли и характера местности. Тепловое воздействие взрыва определяется теми же факторами, но, кроме того, зависит и от прозрачности воздуха. В зависимости от состава и массы материала, вовлеченного в огненный шар, могут образовываться гигантские самоподдерживающиеся огненные ураганы, бушующие в течение многих часов. Однако самое страшное (хотя и вторичное) последствие взрыва — радиоактивное заражение местности. Наиболее опасным является радиоактивное излучение стронция-90 (период его полураспада — 28 лет). Оседая на растениях, радиоизотоп стронция-90 попадает в пищевые цепи человека. Огромная разрушительная мощь термоядерного взрыва сразу же привлекла к нему внимание военных. Характерная особенность Холодной войны состояла в гонке вооружений, которая распространялась и на термоядерное оружие. Выполняя заказ политиков, ученые проводили с каждым годом все больше испытаний ядерных и термоядерных бомб с постоянно возрастающими мощностями. Самым крупным ядерным зарядом за всю историю испытаний стала советская «Царь-бомба» (рис. 5). Ее мощность в тротиловом эквиваленте составила ~ 57 Мт. Бомба была взорвана 30 октября 1961 г. на полигоне архипелага Новая Земля.

«Царь-бомба» (кодовые обозначения «Иван», «Ваня») — термоядерное устройство, разработанное в середине 1950-х гг. группой советских специалистов (в нее входили А.Д. Сахаров, В.Б. Адамский, Ю.Н. Бабаев, Ю.Н. Смирнов, Ю.А. Трутнев и др.). Первоначальный ее вариант (массой 40 т) был отвергнут разработчиками самолета Ту-95 как слишком тяжелый. Через некоторое время носитель супербомбы был создан, но испытания отложили по политическим

⊙ Любое распространение материалов журнала, в т.ч. архивных номеров, возможно только с письменного согласия редакции.

соображениям. Однако в 1961 г., с началом нового витка Холодной войны, они вновь стали актуальными. Реальная бомба имела следующие параметры: масса — 26,5 т, масса парашютной системы — 800 кг. Подрыв бомбы был произведен в пределах ядерного полигона на высоте около 4500 м. Результаты взрыва «Царь-бомбы» впечатляют: ядерный «гриб» поднялся на высоту около 64 км, а диаметр его шляпки достиг 40 км. Огненный шар разрыва достиг Земли и высоты сброса бомбы, радиус огненного шара взрыва составил ~ 4,5 км. На пике выделения излучения взрыв достиг мощности в 1% от солнечной!

Рис. 5. Термоядерное устройство «Царь-бомба»

Излучение вызывало ожоги третьей степени на расстоянии до 100 км. Ударная волна, возникшая в результате взрыва, три раза обогнула земной шар! Свидетели почувствовали удар на расстоянии тысяч километров от эпицентра и смогли описать взрыв. Акустическая волна докатилась до острова Диксон, где она выбила оконные стекла в домах. Политическим результатом этого испытания была демонстрация того, что СССР может создать водородную бомбу любой мощности и располагает средствами ее доставки к точке подрыва. После этого испытания термоядерного оружия были признаны бесполезными, рост мощности ядерных зарядов прекратился.

В 1963 г. большинство государств подписали Договор об ограничении ядерных испытаний в трех средах, по которому обязались воздерживаться от ядерных взрывов в атмосфере, под водой и в космическом пространстве. При этом разрешались подземные испытания. Франция продолжала наземные испытания вплоть до 1974 г., а Китай — до 1980 г. Подземное ядерное испытание было проведено СССР в 1990 г., Великобританией — в 1991 г., США — в 1992 г., Францией и Китаем — в 1996 г. После принятия Договора о полном запрещении ядерных испытаний в 1996 г., все эти страны обязались не возобновлять испытаний ядерного оружия. Не подписавшие договор Индия и Пакистан провели последние ядерные испытания в 1998 г. 9 октября 2006 г. о проведении ядерного испытания заявила КНДР. Всего за всю историю ядерными державами было проведено более 2000 тыс. ядерных взрывов.

- США: по официальным данным 1054 испытания (как минимум 1151 устройство, 331 наземное испытание), в основном на полигоне в штате Невада и на Pacific Proving Grounds на Маршалловых островах, еще 10 испытаний — в нескольких местах на территории США (Аляска, Колорадо, Миссисипи и Нью-Мексико).
- СССР: по официальным данным 715 испытаний (969 устройств), в основном на Семипалатинском полигоне и на Новой Земле, а также в различных местах России, Казахстана, Туркменистана и Украины.
- Франция: 210 испытаний, в основном в Reggane и Ekker в Алжире и на атоллах Fangataufa и Moruroa во Французской Полинезии.
- Великобритания: 45 испытаний (21 в Австралии, включая 9 в Южной Австралии в Маралинге и Эму Филде, остальные в США при проведении совместных испытаний).
- КНР: 45 испытаний (23 наземных и 22 подземных на базе Лоб Нур).

⊙ Любое распространение материалов журнала, в т.ч. архивных номеров, возможно только с письменного согласия редакции.

- Индия: от 5 до 6 подземных испытаний (Pokhran).
- Пакистан: от 3 до 6 испытаний (Chagai Hills).
- КНДР: 1 заявленный взрыв (Hwadae-ri).

Ядерный взрыв нашел и ряд мирных применений. Так, были произведены ядерные взрывы невоенного характера. Теоретически их можно использовать для перемещения больших масс грунта при строительстве, обрушения препятствий в горах, для ликвидации нефтяных фонтанов, в сейсмологии для зондирования внутреннего строения Земли путем регистрации возникающих ударных волн. Кроме того, рассматривается возможность разрушения или изменения орбиты астероидов, угрожающих столкновением с Землей, путем ядерного взрыва в его окрестности. Однако результаты исследований можно было бы оценить как успешные, если бы радиоактивное заражение местности не делало произведенную работу бесполезной. В настоящее время термоядерные испытательные взрывы практически не проводятся. Основные усилия ученых-ядерщиков направлены на виртуальные испытания. Они производятся на самых современных компьютерах. Последние представляют собой многоэтажные здания (размером с две баскетбольные площадки), битком набитые тысячами процессоров, каждый из которых в сотни раз производительнее тех, что имеются в продаже. Сложность компьютерного моделирования термоядерного взрыва состоит в необходимости учета множества факторов и свойств каждого объекта, вовлеченного в испытание. Масса заряда, ландшафт, состав почвы, расположение и свойства объектов в радиусе испытания, состояние воздуха, все возможные изменения, которые повлечет за собой взрыв — вот далеко не полный список этих факторов. Даже столь совершенные компьютеры с трудом справляются с такой задачей. Например, на обработку результатов одного виртуального термоядерного испытания компьютеру нужно более двух месяцев. Помимо трудностей с расчетами, проблемой является дороговизна оборудования и подбор кадров. Поэтому подобные исследования могут себе позволить далеко не все страны.

Так выглядит история знакомства человечества с неуправляемой термоядерной энергией. Теперь мы можем обсудить вопрос о том, как это буйство природы можно удержать, управлять и даже более того — использовать на благо человечества.

Токамаки

Как уже говорилось, исследования УТС ведутся в двух направлениях — разработка квазистационарных систем и предельно быстродействующих устройств. Мы рассмотрим только первый вариант. Энергетический выход на уровне 10^5 кВт/м^3 достигается при плотности плазмы ~ 10^{15} см$^{-3}$ и температуре ~ 10^8 К. Это означает, что размеры реактора мощностью 10^6–10^7 кВт (это типичные мощности современных электростанций) должны быть в пределах 10–100 м^3, что вполне приемлемо. Основной вопрос состоит в том, каким способом удерживать горячую плазму в зоне термоядерной реакции. Потери энергии в высокотемпературной плазме связаны главным образом с тепловыми потерями через стенки устройства. Ключевая идея, высказанная в 1950 г. в СССР и США, состоит в использовании принципа магнитной термоизоляции плазмы. Заряженные частицы, образующие плазму, находясь в магнитном поле, не могут свободно перемещаться перпендикулярно к его силовым линиям. Поэтому применение достаточно сильных магнитных полей делает возможным удержание плазмы и работу реактора.

Исследования в области УТС с магнитной термоизоляцией делятся на три основных направления: открытые магнитные ловушки, замкнутые магнитные системы и установки импульсного действия. Опыт показал, что наиболее перспективными из них оказались замкнутые магнитные системы (токамак, стелларатор). В них попадание

⊙ Любое распространение материалов журнала, в т.ч. архивных номеров, возможно только с письменного согласия редакции.

частиц на стенки установки поперек продольного магнитного поля затруднен. Нагревание плазменного шнура в токамаке на начальных стадиях процесса осуществляется протекающим по нему кольцевым током. Однако для повышения его температуры до значений $\geq 10^7$ К применяются методы нагрева высокочастотным электромагнитным полем или потоком быстрых нейтральных частиц.

Успешная работа любой установки возможна только при условии, что плазменная структура макроскопически устойчива и сохраняет заданную форму в течение всего времени протекания реакции. Кроме того, в плазме не должно быть микроскопических неустойчивостей, которые делают неравновесным распределение частиц по энергиям, и потоки частиц поперек силовых линий резко возрастают. Именно стабилизация плазменных конфигураций являлась основной задачей исследования магнитных систем, начиная с 1950 г. К настоящему времени эта работа все еще не может считаться полностью завершенной.

Из-за недостатка места мы не будем рассматривать другие способы реализации термоядерного синтеза, тем более что реальные успехи там достаточно скромные. Подробно рассмотрим только конструкцию токамака [8]. *Токамак* — тороидальная установка для магнитного удержания плазмы. Плазма удерживается не стенками камеры, которые не способны выдержать ее температуру, а специально создаваемым магнитным полем. Особенностью токамака является использование электрического тока, протекающего через плазму для создания специфического (полоидального) поля, необходимого для равновесия плазмы (рис. 6). Предложение об использовании УТС для промышленных целей и конкретная схема с использованием термоизоляции высокотемпературной плазмы электрическим полем были впервые сформулированы советским физиком О.А. Лаврентьевым в середине 1950 г. Эта работа послужила катализатором советских исследований по проблеме УТС. А.Д. Сахаров и И.Е. Тамм в 1951 г. предложили использовать в термоядерном реакторе плазму, которая имела бы форму тора и удерживалась магнитным полем. Термин «токамак» был придуман позже И.Н. Головиным. Первый токамак (Т-3) был разработан под руководством академика АН СССР Л.А. Арцимовича в Институте атомной энергии им. И.В. Курчатова в Москве и продемонстрирован в 1968 г. в Новосибирске. Долгое время программу исследований физики плазмы на токамаках возглавлял академик РАН Б.Б. Кадомцев. В настоящее время токамак считается наиболее перспективным устройством для осуществления управляемого термоядерного синтеза.

Конструктивно токамак, как видно из рис. 6, представляет собой *тороидальную вакуумную камеру*, на которую снаружи намотаны катушки для создания тороидального магнитного поля. Из вакуумной камеры откачивают воздух и заполняют смесью дейтерия и трития. Затем, с помощью индуктора, в камере создают вихревое электрическое поле. Индуктор представляет собой первичную обмотку большого трансформатора, в котором камера токамака является вторичной обмоткой. Электрическое поле вызывает протекание тока и зажигание плазмы в камере. Протекающий через плазму ток выполняет две задачи: нагревает ее, как и любой другой проводник, и создает вокруг себя магнитное поле в направлении, перпендикулярном плоскости протекания. Это поле называется *полоидальным*. Магнитное поле сжимает протекающий через плазму ток. В результате сложения полей образуется суммарное поле, винтовые магнитные силовые линии которого «обвивают» плазменный шнур. При этом шаг при вращении в тороидальном направлении не совпадает с шагом в полоидальном направлении. Магнитные линии оказываются незамкнутыми, они бесконечное число раз закручиваются вокруг тора, образуя так называемые «маг-

⊙ Любое распространение материалов журнала, в т.ч. архивных номеров, возможно только с письменного согласия редакции.

нитные поверхности» тороидальной формы. Кроме тороидальных катушек для управления плазменным шнуром необходимы дополнительные катушки полоидального поля. Они представляют собой кольцевые витки, вокруг вертикальной оси камеры токамака.

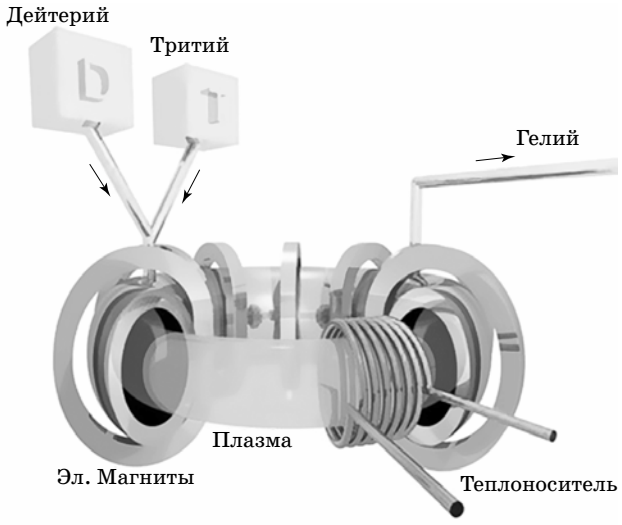


Рис. 6. Конструкция токамака

В силу того, что полоидальное поле создается при возрастании силы тока, а оно не может быть бесконечным, время стабильного существования плазмы в классическом токамаке ограничено. Для преодоления этого ограничения разработаны дополнительные способы поддержания тока: инжекция в плазму ускоренных нейтральных атомов дейтерия или трития, или использование микроволнового излучения на резонансных частотах (например, совпадающих с циклотронной частотой электронов или ионов).

К настоящему времени в мире сконструировано около 300 токамаков. Перечислим самые крупные из них.

- T-3 — первый функциональный аппарат.
- T-4 — увеличенный вариант T-3.
- T-7 — уникальная установка, в которой впервые реализована крупная магнитная система со сверхпроводящим соленоидом, охлаждаемым жидким гелием. Главная задача T-7 — подготовка перспектив для использования сверхпроводящих соленоидов в термоядерной энергетике.
- T-10 и PLT — следующий шаг в мировых термоядерных исследованиях, оба они почти одинакового размера и равной мощности. Полученные с их помощью результаты идентичны: на обоих реакторах достигнута необходимая для УТС температура, а отставание по критерию Лоусона составляет всего в двести раз.
- JET (Joint European Torus — «Совместный европейский тор») — самый крупный в мире токамак, созданный организаци-

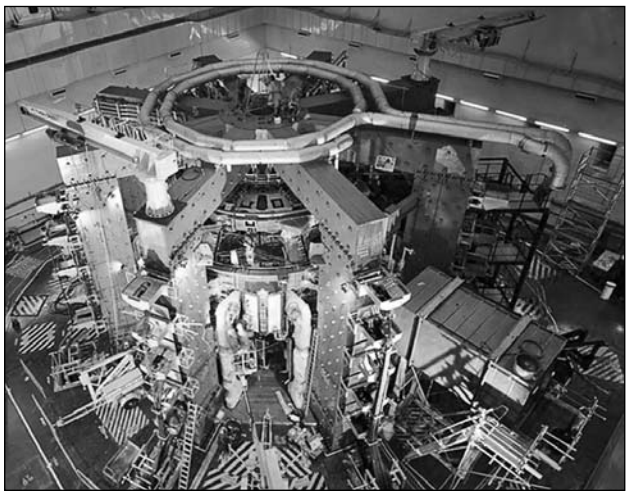


Рис. 7. Токамак JET

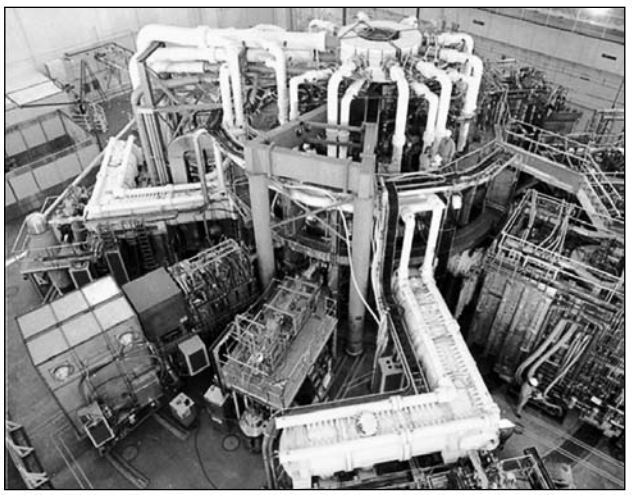


Рис. 8. Токамак TFTR

⊙ Любое распространение материалов журнала, в т.ч. архивных номеров, возможно только с письменного согласия редакции.

ей Евратом в Великобритании (рис. 7). В нем использован комбинированный нагрев плазмы. В итоге критерий Лоусона лишь в 4–5 раз ниже уровня зажигания термоядерной реакции. В эксперименте 1997 г. на реакции D–T был поставлен мировой рекорд мощности УТС — 16 МВт.

- T-15 — современный термоядерный реактор со сверхпроводящим соленоидом, создающим магнитное поле напряженностью 3,5 Тл.
- TFTR (Test Fusion Tokamak Reactor) — крупнейший токамак США (Принстонский университет) с дополнительным нагревом быстрыми нейтральными частицами (рис. 8). Достигнутый критерий Лоусона при термоядерной температуре всего в 5,5 раза ниже порога зажигания.
- Tore Supra — токамак со сверхпроводящими катушками, один из крупнейших в мире (г. Кадараш, Франция).

ITER (ИТЭР). Технические параметры. Радиационная безопасность

Проблема УТС настолько сложна, что самостоятельно с ней не может справиться ни одна страна в мире. Поэтому мировое сообщество избрало самый оптимальный путь — разработку Международного термоядерного экспериментального реактора (ИТЭР) [**9**, **10**]. В его создании участвуют Евросоюз, Индия, Казахстан, Китай, Республика Корея, Россия, США и Япония. Стоимость проекта оценивается в 12 млрд. долларов. Задача ИТЭР заключается в создании работающего термоядерного реактора, решении физических и технологических проблем, которые могут при этом встретиться.

Экспериментальный реактор ITER является токамаком и предназначен для комплексных исследований плазмы с реакторными параметрами и развития основных реакторных технологий.

Укажем основные параметры ITER.

- Большой радиус плазмы равен 6,2 м; малый радиус плазмы — 2 м.
- Индукция тороидального магнитного поля равна 5,3 Тл; ток плазмы составляет 15 (17) МА.
- Мощность систем нагрева составляет 73 (110) МВт.
- Термоядерная мощность составляет 500 (700) МВт.

Общий вид ITER показан на рис. 9. На разрезе хорошо видна тороидальная камера, состоящая из 421 пустотелого модуля, с вакуумированными стенками, внешние структуры, расположенные между катушками, входные разъемы для постоянного тока, системы диагностики плазмы и другие служебные системы. Здесь же показаны 8 криогенных насосов, установленных в определенном порядке. Магнитная система состоит из 18 сверхпроводниковых катушек тороидального поля и шести обмоток центрального соленоида из Nb_3Sn, шести обмоток полоидального поля и 18 седлообразных корректирующих обмоток из NbTi. Последние предназначены для компенсации магнитных полей, связанных с погрешностями сборки магнитной системы и для стабилизации неустойчивости плазмы.

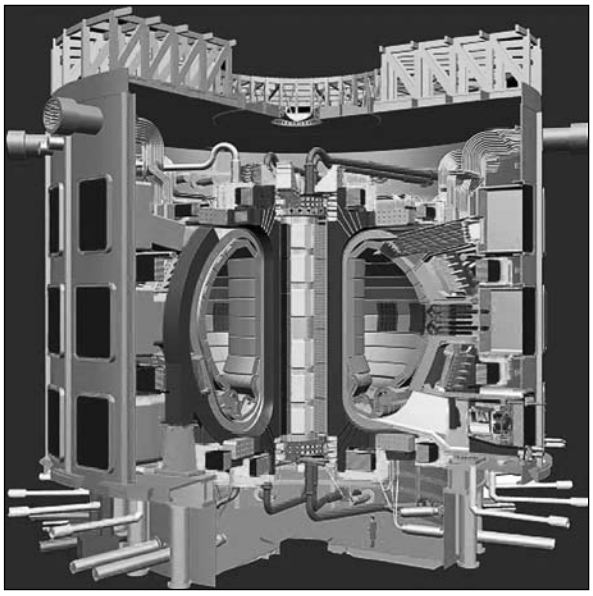


Рис. 9. Устройство ITER

⊙ Любое распространение материалов журнала, в т.ч. архивных номеров, возможно только с письменного согласия редакции.

Предусмотрены три основные фазы работы ITER.

- Водородная фаза для проверки и наладки основных систем установки.
- Дейтериевая фаза для окончательной наладки систем и проверки систем защиты.
- Тритиевая фаза для достижения проектных параметров и проведения запланированных исследований.

Говоря об атомной энергетике, мы всегда интересуемся вопросами ее безопасности. Термоядерный реактор намного безопасней ядерного реактора в радиационном отношении. Прежде всего, количество находящихся в нем радиоактивных веществ сравнительно невелико. Энергия, которая может выделиться в результате аварии, тоже мала, и не может привести к разрушению реактора. При этом в его конструкции имеется несколько естественных барьеров, препятствующих распространению радиоактивных веществ. Например, вакуумная камера и оболочка криостата должны быть герметичными, иначе реактор просто не сможет работать. Тем не менее, при проектировании ITER значительное внимание уделялось радиационной безопасности, как при нормальной эксплуатации, так и во время возможных аварий.

Существует несколько источников возможного радиоактивного загрязнения.

- Радиоактивный изотоп водорода — тритий.
- Радиоактивность, наведенная в материалах установки в результате облучения нейтронами.
- Радиоактивная пыль, образующаяся в результате воздействия плазмы на первую стенку.
- Радиоактивные продукты коррозии, которые могут образовываться в системе охлаждения.

Для того чтобы предотвратить распространение трития и радиоактивной пыли, если они выйдут за пределы вакуумной камеры и криостата, специальная система вентиляции будет поддерживать в здании реактора пониженное давление. По этой причине из здания не будет утечек воздуха, кроме как через фильтры вентиляции. При строительстве реактора, где только возможно, будут применяться материалы, уже испытанные в ядерной энергетике. Благодаря этому, наведенная радиоактивность будет сравнительно небольшой. В частности, даже в случае отказа систем охлаждения, естественной конвекции будет достаточно для охлаждения вакуумной камеры и других элементов конструкции. Оценки показывают, что даже в случае аварии, радиоактивные выбросы не будут представлять опасности для населения и не вызовут необходимости эвакуации.

На сегодняшний день усилиями международного научного сообщества создан технический проект ITER. Страны, которые участвовали в его разработке, убедились в том, что перед строительством реальной станции надо сделать опытный термоядерный реактор (ОТР). В России был такой проект, доведенный до стадии технического воплощения, т. е. он был подтвержден научно-исследовательской и опытно-конструкторской работой (НИОКР). Подобные разработки существовали и в США, и в Европе, и в Японии. Все они очень похожи по конструкции, однако его дорого и трудно реализовать самостоятельно любой из этих стран. Тем более, что речь идет не об энергетическом реакторе, а об опытном. Другими словами, предстоит еще завершить всю научную часть по использованным в нем технологиям. В 1985 г. СССР предложил объединить работы по строительству реактора.

В 2001 г., когда формально закончилась разработка технического проекта и международная команда исследователей подводила итоги и оценивала вклад каждого участника. При этом оказалось, что вклад России в проект составляет 17%, у США были те же самые 17%, остальное поделили между собой Европа и Япония — по 33%. Проект ITER целиком базировался на безбумажной технологии, при его конструиро-

⊙ Любое распространение материалов журнала, в т.ч. архивных номеров, возможно только с письменного согласия редакции.

вании никто не пользовался карандашом, т. е. создавались трехмерные компьютерные модели. Интересно, что конструкторы так работали по всей планете. Затем они пересылали друг другу разработанные модули в виде файлов. В другой стране этот файл принимался и встраивался в следующую конструкцию.

В процессе НИОКР Россия выполняет проектирование и конструирование ITER, а также отработку различных технологий по применению сверхпроводящих материалов. Таким образом, в разработке ITER Россия выбрала несколько научных направлений. Это делается для будущего страны, так как после ITER наступит энергетическая фаза термоядерного синтеза. Ныне действующая Федеральная целевая программа «Международный термоядерный реактор ИТЭР» направлена на подготовку российских предприятий к поставке оборудования для ITER по основным ключевым технологиям. Это даст нам возможность участвовать в самом крупном, инновационном и наукоемком проекте века. Ведь даже Международная космическая станция (МКС) не имеет такого уровня используемых технологий, как в ITER. Россия получит доступ ко всем знаниям и технологиям, вложенным в этот проект.

Российская часть проекта ITER разрабатывается в ключевых институтах. Курчатовский институт обеспечивает физику реактора, системы нагрева и диагностики. Институт ВНИИНМ отвечает за материалы, включая сверхпроводящие и тритиевые технологии. Институт НИКИЭТ работает над ядерными, а институт НИИЭФА — над электрофизические технологиями. Всего в проект вовлечены более 200 российских научно-производственных организаций.

Реактор ITER было решено построить на юге Франции на территории национального исследовательского центра в г. Кадараш (Cadarache) в 60 км от Марселя.

Самой дорогой и сложной системой в ITER является сверхпроводящая магнитная система. В связи с этим, ей уделяется большое внимание, и на стадии строительства четверть российского вклада будет составлять именно сверхпроводящие технологии. Магнитная система стоит около 1 млрд. долларов. Естественно, она должна быть надежно защищена от возможных неприятностей, аварий. Для этого разрабатывается специальная система электропитания, которая в необходимый момент отключает магнитную систему. Дополнительные сведения о сверхпроводящих системах ITER можно найти в статье, посвященной прикладной сверхпроводимости [**11**].

Так выглядит сегодня история освоения УТС. Помимо ITER существуют другие проекты термоядерных реакторов с другими типами установок. Кроме того, есть проекты, которые находятся на начальной стадии — либо из-за нехватки средств, либо из-за недостаточности теоретических разработок. Как бы то ни было, но проект ITER уже находится в стадии строительства и, несомненно, является самым перспективным, несмотря на ряд до сих пор открытых вопросов. Время покажет, правильно или нет, был сделан выбор в пользу токамака.

В заключение скажем несколько слов о том, как продвигается строительство. Главная задача состоит в возведении основного здания реактора. Его возведение, к сожалению, в силу ряда причин существенно отстает от плановых сроков [**12**]. Осенью 2014 г. строительная площадка имела вид, показанный на рис. 10.

Рис. 10. Строительная площадка основного здания реактора ITER

⊙ Любое распространение материалов журнала, в т.ч. архивных номеров, возможно только с письменного согласия редакции.

Освоение УТС в рамках программы ITER — это энергетическое будущее планеты и, конечно же, нашей страны [**13**]. Поэтому крайне важным является знакомство всех ее граждан, и в первую очередь, учащихся старших классов с этими вопросами. Ведь именно им предстоит осваивать через каких-нибудь 20–30 лет термоядерную энергетику.

Литература

1. *Яворский Б.М., Селезнев Ю.А.* Физика. Справочное руководство: для поступающих в вузы. — 5-е изд. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006.

2. *Трофимова Т.И.* Курс физики: учебное пособие для вузов. — 7-е изд., стер. — М.: Высшая школа, 2003.

3. *Абрамов А.И.* История ядерной физики. — 3-е изд. — М.: КомКнига, 2013

4. *Ллуэллин-Смит К.* На пути к термоядерной энергетике. Материалы к лекции, прочитанной 17 мая 2009 года в ФИАНе: (URL: http://elementy.ru/lib/430807).

5. *Велихов Е.П., Путвинский С.В.* Термоядерная энергетика. Статус и роль в долгосрочной перспективе. — Доклад от 22.10.1999, выполненный в рамках Energy Center of the World Federation of Scientists. (URL: http://scorcher.ru/art/science/termo/1.php).

6. *Харитон Ю.Б., Смирнов Ю.Н.* Мифы и реальность советского атомного проекта. Сб. статей. — Арзамас-16: ВНИИЭФ, 1994.

7. *Харитон Ю.Б., Адамский В.Б., Смирнов Ю.Н.* О создании советской водородной (термоядерной) бомбы // УФН. — 1996. — Т. 166. — № 2. — С. 201–205.

8. Океан энергии (статья о токамаках). — [Электронный ресурс]. — URL: http://www.vokrugsveta.ru/vs/article/429/.

9. Официальный сайт международного научного проекта ITER. — [Электронный ресурс]. — URL: http://www.iter.org/.

10. *Семенов И.Б.* Энергетика будущего: управляемый термоядерный синтез. Что такое термоядерный реактор ИТЭР и почему так важно его создание? Научно-популярная лекция, прочитанная в 2008 году в ФИАНе (URL: http://elementy.ru/video?pubid=431187).

11. *Ильин В.А., Исаев Д.А., Кудрявцев В.В.* Прикладная сверхпроводимость. Часть I // Физика в школе. — 2015. — № 3. — С. 3–16.

12. Капкан для плазмы. Зачем России термоядерный реактор во Франции? — [Электронный ресурс]. — URL:www.rg.ru/2014/10/12/iter-site.html.

13. Термоядерный синтез — проект века (интервью с А.В. Красильниковым) // В мире науки. — 2014. — № 2. — С. 27–29.

Примерные темы проектных и учебно-исследовательских работ

1. От явления радиоактивности до цепной ядерной реакции. Из истории фундаментальных открытий в физике атомного ядра.

2. Научные биографии физиков-ядерщиков — лауреатов Нобелевской премии.

3. Из истории развития проблемы термоядерного синтеза.

4. Физические основы термоядерного синтеза (типы реакций и условия их протекания, критерий Лоусона).

5. Термоядерное сырье (топливо) для УТС.

6. Из истории создания водородной (термоядерной) бомбы в СССР и США.

7. Токамаки: история разработки, устройство и характеристики.

8. Реактор ITER — грандиозный проект века. Конструктивные особенности, технические параметры, радиационная безопасность.

9. Почему так важно овладеть термоядерной энергией?

⊙ Любое распространение материалов журнала, в т.ч. архивных номеров, возможно только с письменного согласия редакции.

МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ЭЛЕКТРОДИНАМИКИ — ОСНОВНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ С.Е. КАМЕНЕЦКОГО

Л.А. Бордонская, д.п.н., профессор Забайкальского государственного университета; gsbord@chitaonline.ru	**L.A. Bordonskaya,** Dr.P.Sc., professor of the Transbaikal State University; gsbord@chitaonline.ru

Ключевые слова: С.Е. Каменецкий, методика преподавания физики, электродинамика	**Key words:** S.E.Kamenetsky, methods of teaching of science, electrodynamics

Самуил Ефимович Каменецкий – ученый-теоретик, методист-практик самого высокого ранга – являлся одним из представителей когорты ведущих педагогов второй половины двадцатого столетия. Область его интересов была чрезвычайно широка. Об этом замечательном человеке и его вкладе в методику преподавания физики эта статья	Samuil Efremovich Kamenetsky is a scientist-theorist, methodologist-practician of the highest grade, he was the one of the representatives of the leading teachers' cohort of the second half of the twentieth century. The sphere of his interests was rather wide. This article is dedicated to this wonderful man and his contribution to the methods of physics teaching

Многогранный талант С.Е. Каменецкого проявился в деятельности по развитию методики обучения физике, в решении проблем профессионального образования, в руководстве работой научно-исследовательских коллективов, в создании научно-методического журнала «Наука и школа» и т.д.

Вклад С.Е. Каменецкого в развитие теории и методики обучения физике, теории и методики профессионального обучения трудно переоценить. Отметим основное:

– исследование всего спектра проблем методики обучения физике в школе (отбор содержания учебного материала, решение физических задач, школьный физический эксперимент, вопросы методики изучения конкретного учебного материала, учебники и учебные пособия и т.д.);
– подготовка специалиста (бакалавриат, магистратура, специалитет, аспирантура, докторантура);
– определение ведущих идей курса «Теория и методика обучения физике», создание его программы, разработка стратегии и методики обучения студентов в новом методическом курсе;
– работа с учителями физики (руководство Ассоциацией учителей физики, выступление перед педагогами, написание методических пособий для учителей и т.д.);
– создание исследовательских коллективов по отдельным проблемам методики обучения физике, теории и методики профессионального образования, а также авторских коллективов по подготовке учебников, пособий для учащихся, студентов, учителей.

Результаты деятельности С.Е. Каменецкого отражены в многочисленных публикациях (статьи, программы, методические рекомендации и пособия, книги для учителей); в экранных пособиях (кинофильмы

⊙ Любое распространение материалов журнала, в т.ч. архивных номеров, возможно только с письменного согласия редакции.

и диафильмы); в разнообразных приборах и установках, раскрывающих суть физических явлений и практических приложений физики.

Кроме этого С.Е. Каменецкий подготовил большое число высококвалифицированных специалистов различного уровня: педагогов-исследователей, кандидатов и докторов педагогических наук.

Область научных интересов С.Е. Каменецкого чрезвычайно широка. Им открыто несколько крупных направлений исследования в области дидактики:

– отражение общенаучных методов познания в школьном курсе физики (прежде всего — это методы моделирования и аналогии);
– создание образовательной среды и средств обучения физике;
– деятельностный подход в обучении;
– физические задачи в учебном процессе (классификация, приемы и методы решения задач, обучение учащихся решению задач);
– методическая подготовка учителя физики и т.д.

Основное направление научной деятельности С.Е. Каменецкого — проблемы методики преподавания электродинамики.

На протяжении десятилетий жизнь и творчество Самуила Ефимовича были связаны с электродинамикой. Это началось еще в годы Великой Отечественной войны в военном училище штурманов. Затем были годы учебы на физическом факультете МГУ по специальности «радиофизика». С первых лет преподавания физики в школе и работы в вузе особое внимание С.Е. Каменецкий уделял решению проблем учебного курса «Электродинамика» и решению проблем подготовки специалистов, способных обеспечить его преподавание в соответствии с требованиями времени.

Исследования С.Е. Каменецкого в области электродинамики (см. схему 1) охватывают разные уровни образования (общеобразовательная школа, высшая школа); разнообразные направления деятельности (подготовка специалиста в вузе, совершенствование профессиональной подготовки учителя); отражают различные стороны методики обучения учащихся электродинамике в школе и подготовки студентов к обучению электродинамике школьников.

Схема 1

В 70-е годы XX в. началась активная работа по совершенствованию школьного курса физики. Самуил Ефимович обратился к разделу «Основы электродинамики» как одному из наиболее сложных и одновременно весьма важных в мировоззренческом и политехническом отношениях разделов школьного курса физики. Он привлек к исследованиям в области методики обучения электродинамики своих аспирантов. Мне довелось участвовать в работе по определению главных направлений изменений в методике преподавания курса электродинамики и практической реализации нового подхода к изучению электромагнитных явлений в школе и в вузе.

Исследования проводились по различным направлениям. Первоначально в ходе анализа программ, учебников, методических материалов для учителей были выявлены недостатки в содержании раздела и в методике обучения школьников электродинамике. Знакомство с зарубежным опытом изложения электродинамики по литературным источникам, изучение отечественного опыта преподавания электродинамики в школе и в вузе убедили нас в возможности отхода от традиционного варианта изложения электродинамики. Теоретический анализ проблемы, обобщение опыта работы учителей-новаторов, ориентация на требования к современным учебным курсам позволили наметить пути решения проблем электродинамики, разработать иную концепцию учебного курса «Основы электродинамики» и предложить новый подход к его изучению — подход, в основу которого было бы положено понятие электромагнитного поля.

⊙ Любое распространение материалов журнала, в т.ч. архивных номеров, возможно только с письменного согласия редакции.

Остановимся на этом подробнее,тем более, что многое из того, что предлагалось тогда, актуально и сегодня.

Курс физики в соответствии с реформой физического образования (1967–1970) был ступенчатым: **I ступень** (VI, VII классы), **II ступень** (VIII, IX, X классы). Перечислим основное содержание курса — разделы и темы.

VI класс. Введение. Первоначальные сведения о строении вещества. Движение и силы. Давление жидкостей и газов (гидроаэростатика). Работа и мощность. Понятие об энергии.

VII класс. Раздел «Тепловые явления». Раздел «Электричество» (Строение атома. Сила тока, напряжение, сопротивление. Работа и мощность тока. Электромагнитные явления).

VIII класс. Механика — разделы: Кинематика. Динамика. Равновесие сил. Законы сохранения в механике.

IX класс. Раздел «Тепловые явления. Молекулярная физика». Раздел «Основы электродинамики» (Электростатика. Постоянный электрический ток. Электрический ток в различных средах. Магнитное поле тока.Электромагнитная индукция).

X класс. Раздел «Колебания и волны» (Механические колебания. Электромагнитные колебания. Производство и передача электрической энергии. Механические волны. Звук. Электромагнитные волны). Раздел «Оптика». Раздел «Атомная и ядерная физика».

Материал, посвященный электромагнитным явлениям, раскрывался в школьном курсе в логике исторического развития науки: от статики к переменным процессам, от электрического и магнитного полей к электромагнитному полю.Такой же традиционный подход к изучению электромагнетизма обычно реализуется в курсах общей физики. Курсы теоретической физики (Д. Джексон, А. Зоммерфельд, Л.Д. Ландау и Е.М. Лифшиц, И.Е. Тамм и др.) начинаются с введения основных понятий электродинамики и, прежде всего, с понятия электромагнитного поля и уравнений Максвелла. В этом случае материал разворачивается в иной логике — от общего к частному и соответствует современным представлениям об электрических и магнитных явлениях.

Создать школьный курс электродинамики, который базировался бы на понятии электромагнитного поля, соответствовал современному состоянию науки и одновременно был бы доступен школьникам, весьма не просто, так как это связано с возрастными особенностями учащихся, уровнем их подготовки по физике и математике, а также с традициями школьного преподавания.

Теоретический анализ проблемы и изучение опыта работы школы дали основания для ряда выводов. Прежде всего это касалось недостатков в традиционном преподавании электродинамики, обусловленных отбором содержания, его группировкой, структурой курса, последовательностью изучения тем, ведущими идеями, положенными в основу методики:

- знания учащихся об электромагнитных явлениях поверхностны, отрывочны и не соответствуют современному уровню развития науки;
- наличие значительного по объему и разнородного учебного материала, отсутствие «ядра», вокруг которого разворачивается все содержание раздела;
- структура раздела, последовательность изучаемых тем не позволяют учащимся увидеть связь между темами, осознать единство и целостность электродинамики;
- материал раздела фактически нигде не обобщается и не имеет логического завершения;
- понятие электромагнитного поля при изучении электродинамики не является основным понятием, в разделе недостаточно полно раскрываются особенности электромагнитных взаимодействий;
- основное внимание при изучении электродинамики уделяется электростати-

⊙ Любое распространение материалов журнала, в т.ч. архивных номеров, возможно только с письменного согласия редакции.

ческому полю, другие виды полей представлены слабо и т.д.

Преодоление выделенных недостатков и определило направление дальнейшей работы — создание современного учебного курса электродинамики с содержанием, отвечающим уровню современной науки, иной группировкой материала и иной структурой раздела. Новому курсу должна соответствовать и методика его изучения.

Главное внимание при разработке современного курса необходимо было уделить отбору содержания и структурированию учебного материала, так как эти составляющие являются определяющими для всего процесса обучения.

Охарактеризуем идеи, положенные в основу курса электродинамики.

1. Все электромагнитные явления (статические, стационарные и переменные процессы) следует рассматривать в одном разделе школьного курса физики, не разрывая его, чтобы сформировать у учащихся целостное представление об электромагнитных взаимодействиях и применении электромагнитных явлений.

2. Необходимо выделить стержневую идею («ядро»), вокруг которой сгруппировать учебный материал раздела.

3. Стержневым понятием электродинамики следует считать понятие электромагнитного поля.

4. Изучение учебного материала следует строить с позиций единого электромагнитного поля, представлять электрическое и магнитное поля как частные случаи единого электромагнитного поля.

5. Формирование одного из самых сложных понятий «электромагнитное поле» — процесс длительный. Следует предусмотреть такое построение раздела, при котором понятие электромагнитного поля будет формироваться у учащихся постепенно в процессе усвоения ими системы развивающихся по спирали знаний об электромагнитных явлениях. При этом понятие электромагнитного поля и электромагнитного взаимодействия должны быть введены в самом начале курса электродинамики.

6. Через весь раздел необходимо провести мысль, что характер движения заряда определяет особенности связанного с ним электромагнитного поля.

7. В разделе в доступной для учащихся форме должны найти отражение основы учения об электромагнитном поле, то есть без привлечения сложного математического аппарата необходимо раскрыть смысл уравнений Максвелла.

8. Целесообразно отдельно изучать электромагнитное поле в вакууме и в веществе, чтобы обеспечить целостность описания поля, его особенностей его характеристик.

9. Электрические и магнитные свойства вещества следует изучать в одной теме. Это дает учащимся возможность, используя аналогии между процессами поляризации и намагничивания, более осознанно усвоить материал о свойствах вещества и взаимодействии поля и вещества.

10. По ходу изучения раздела необходимо проводить обобщение и систематизацию учебного материала. Должны быть предусмотрены и обобщающие темы, раскрывающие мировоззренческие аспекты физики, а также основные технические приложения электродинамики.

Принципиально новой для методики изучения электродинамики была идея более раннего введения понятия электромагнитного поля путем выделения в разделе «Основы электродинамики» специальной темы **«Первоначальные сведения об электромагнитном поле (Введение в электродинамику)»**. При таком подходе изучение раздела осуществляется в два этапа, различающиеся глубиной отражения свойств и характеристик электромагнитного поля. **Первый этап** — развернутое введение в электродинамику, где на качественном уровне при обобщении знаний, полученных учащимися в курсе физики первой ступени, вводятся основные понятия теории электромагнитного поля, выясняется взаи-

⊙ Любое распространение материалов журнала, в т.ч. архивных номеров, возможно только с письменного согласия редакции.

мосвязь и взаимообусловленность электрического и магнитного полей, подчеркивается существование единого электромагнитного поля. **Второй этап** — количественное изучение электромагнитных явлений на основе понятия электромагнитного поля. Следует заметить, что выделение вводной темы не предполагало увеличения числа часов на изучение раздела в целом, а осуществлялось за счет перегруппировки учебного материала.

При разработке нового подхода к изучению электродинамики необходимо было обосновать возможность такого подхода и экспериментально подтвердить эффективность предлагаемой методики. Что и было сделано. Обоснование проводилось по двум линиям:

– поиск психолого-педагогических основ особого содержания и построения раздела (опора на работы В.В. Давыдова, В.В. Краевского, И.Я. Лернера, М.Н. Скаткина и др.);
– поиск возможностей нетрадиционного изложения электродинамики при изучении и анализе методических исследований, а также учебных курсов отечественных и зарубежных авторов (К.Н. Власова, С.А. Волькенштейн, Г.Е. Зильберман, Э. Парселл, А.А. Пинский, Р. Фейнман, Б.М. Яворский и др.).

Итак, последовательность в предлагаемом варианте изучения электродинамики выглядит следующим образом: Введение в электродинамику — Электромагнитное поле и его характеристики и частные проявления — Электромагнитное поле и вещество, основные технические приложения электродинамики — Элементы теории электромагнитного поля. Поясним структуру раздела (см. схему 2) и дадим краткие замечания по содержанию учебного материала.

Схема 2

Основная задача первой темы — ввести понятие электромагнитного поля, дать первоначальные представления о существовании единого электромагнитного поля, относительности деления полей на электрическое и магнитное; очертить круг вопросов, рассматриваемых электродинамикой, выяснить ее особенности, установить невозможность объяснения электромагнитных явлений в рамках ньютоновской механики.

Содержание темы приведено ниже.

Первоначальные сведения об электромагнитном поле (введение в электродинамику)

Электродинамика, ее задачи, значение, особенности. Механическая картина мира. Невозможность объяснения электромагнитных явлений в рамках ньютоновской механики. Принцип близкодействия.

Электрический заряд. Закон сохранения электрического заряда.

Электрическое и магнитное поля, их свойства. Заряд и поле в различных системах отсчета.

Переменные поля. Явление электромагнитной индукции. Магнит и его поле в различных системах отсчета.

Понятие электромагнитного поля. Относительность деления полей на электрическое и магнитное. Основные свойства электромагнитно поля.

Содержание, целевое назначение, место в разделе определяют следующие особенности темы.

- Изложение учебного материала может быть проведено лишь при широком и постоянном использовании знаний учащихся, полученных ими ранее в курсе физики предыдущих лет обучения. Введение данной темы создает базу для изучения основ электродинамики и позволяет установить связь между ступенями обучения и различными разделами школьного курса физики.
- Большое внимание при организации образовательного процесса должно быть уделено физическому эксперименту, который обеспечит наглядность в обучении

⊙ Любое распространение материалов журнала, в т.ч. архивных номеров, возможно только с письменного согласия редакции.

и более глубокое усвоение учащимися материала, раскрывающего специфику электромагнитных явлений.

- Введение в электродинамику создает условия для спирального развития основных понятий темы, дает возможность целостно представить картину электромагнитных явлений. Она уточняется и конкретизируется в дальнейшем.

В курсе электродинамики с самого начала в первой теме очерчивается круг вопросов, с которыми учащимся предстоит познакомиться, а затем излагается основной материал. Изучение вопросов, раскрывающих особенности и характеристики электромагнитного поля в вакууме, строится в последовательности: основные характеристики электромагнитного поля, частные проявления электромагнитного поля (электростатическое, стационарное электрическое и магнитное поля, вихревое электрическое поле). Далее рассматривается поле в веществе, электрические и магнитные свойства вещества, практические приложения электродинамики. Изучение электродинамики завершается обобщающей темой «Элементы теории электромагнитного поля». Такое построение раздела обеспечивает осознанное освоение электродинамики, так как дает учащимся возможность целостно представить весь учебный материал раздела уже с первых уроков, выделить в нем главное, увидеть перспективы развертывания информации об электромагнитных явлениях.

Методика изучения электродинамики в школьном курсе физики в соответствии с предложенным подходом нашла отражение в ряде публикаций [**1**–**7**].

Предложения по нетрадиционному (дедуктивному) подходу к изучению электродинамики, построению раздела «Основы электродинамики» на базе понятия электромагнитного поля, представления электрического и магнитного полей как проявлений единого электромагнитного поля не сразу были приняты педагогическим сообществом. Пришлось долго и упорно разъяснять суть нового подхода к изучению электродинамики, подтверждать возможность реализации предлагаемой структуры раздела широким педагогическим экспериментом в различных регионах страны. Среди ученых и педагогов, положительно оценивших новый подход к изучению электродинамики, были Е.М. Гершензон, Н.Н. Малов, А.В. Перышкин, А.А. Пинский, Е.В. Савелова, Н.М. Шахмаев, Б.М. Яворский и другие.

Современный этап развития образования, требования к качеству образования учащихся дают основания предполагать, что предложения по совершенствованию содержания и методики изучения электродинамики, сделанные ранее, могут быть полезны и сегодня для современной профильной школы.

Литература

1. *Бобкова М.А., Бордонская Л.А., Каменецкий С.Е., Пурышева Н.С., Шаронова Н.В.* Физика–10: Учебник для учащихся физико-математических школ и классов. — Москва — Чита, 1995.

2. *Бордонская Л.А.* Электромагнитное поле в курсе физики 9 класса. Автореф. дис. … канд. пед. наук. — М., 1976.

3. *Бордонская Л.А., Каменецкий С.Е.* О введении понятия электромагнитного поля в разделе «Основы электродинамики» // Физика в школе. — 1976. — № 2. — С. 55–60.

4. *Каменецкий С.Е.* Проблемы изучения основ электродинамики в курсе физики средней школы. Автореф. дис. … докт. пед. наук. — М., 1978.

5. *Пустильник И.Г., Каменецкий С.Е.* Методика изучения электродинамики в средней школе. — М.: Просвещение, 1973.

6. Теория и методика обучения физике в школе: Частные вопросы: Учебное пособие для студентов педагогических вузов / С.Е. Каменецкий, Н.С. Пурышева, Н.В. Шаронова, Л.А. Бордонскаяи др. — М.: Издательский центр «Академия», 2000.

7. *Шахмаев Н.М., Каменецкий С.Е.* Демонстрационные опыты по электродинамике. — М.: Просвещение, 1973.

⊙ Любое распространение материалов журнала, в т.ч. архивных номеров, возможно только с письменного согласия редакции.

МОДЕРНИЗАЦИЯ КОМПЕТЕНТНОСТИ БУДУЩЕГО УЧИТЕЛЯ ФИЗИКИ

Джораев Мухаматрасулжон, д.п.н., профессор, академик Международной академии наук высший школы, Ташкентский государственный педагогический университет им. Низами, Республика Узбекистан; djoraev-m@mail.ru	**Djoraev Mukhamatrasulzhon**, Dr.P.Sc., professor, academician of the International Higher Education Academy of Sciences, higher school, Tashkent Nizami State University of Pedagogics, the Republic of Uzbekistan; djoraev-m@mail.ru
А.А. Ахмедов, к.физ.-мат.н., доцент, Навоинский государственный педагогический институт, Республика Узбекистан; axmedov87@umail.uz., axmedov_61@inbox.ru	**A.A. Akhmedov**, Cd.PnM.Sc., associate professor, the Navoi State University of Pedagogics, the Republic of Uzbekistan; axmedov87@umail.uz, axmedov_61@inbox.ru

Ключевые слова: методика преподавания физики, модернизация лабораторных работ, творческие способности учащихся, научно-педагогические исследования, педагогические наблюдения, педагогический опыт, подготовка будущих учителей физики, динамические закономерности, статистические закономерности	**Key words:** methods of physics teaching, laboratory works modernization, creativeness of the students, educational researches, lesson observations, educational experience, future teachers of physics' training, dynamic patterns, statistic patterns

В статье раскрывается опыт подготовки будущих учителей физики на основе модернизации лабораторных работ, которая дает новый импульс связи теории с практикой, а также приобщает к научно-исследовательской деятельности будущих специалистов	The article discloses the experience of the future teachers of physics' training on the basis of the laboratory works modernization, which provides a new impulse to the theory with a practice relation, as well as introduces to the research activities of the future specialists.

Развитие науки, техники и технологии, модернизация методики преподавания физики приводят к необходимости постоянного обновления знаний педагогов и непрерывного повышения качества их подготовки.

Проведенные нами исследования по данной проблеме выявили, что за последние 20–25 лет на фоне развития современной науки, педагогики, техники и технологий в системе высшего педагогического образования заметно изменилась структура учебных планов, программы и стандарты обучения. За этот период на учебных занятиях по физике стали использоваться более современные педагогические, в том числе интерактивные, технологии, совершенствовалась материально-техническая база обучения.

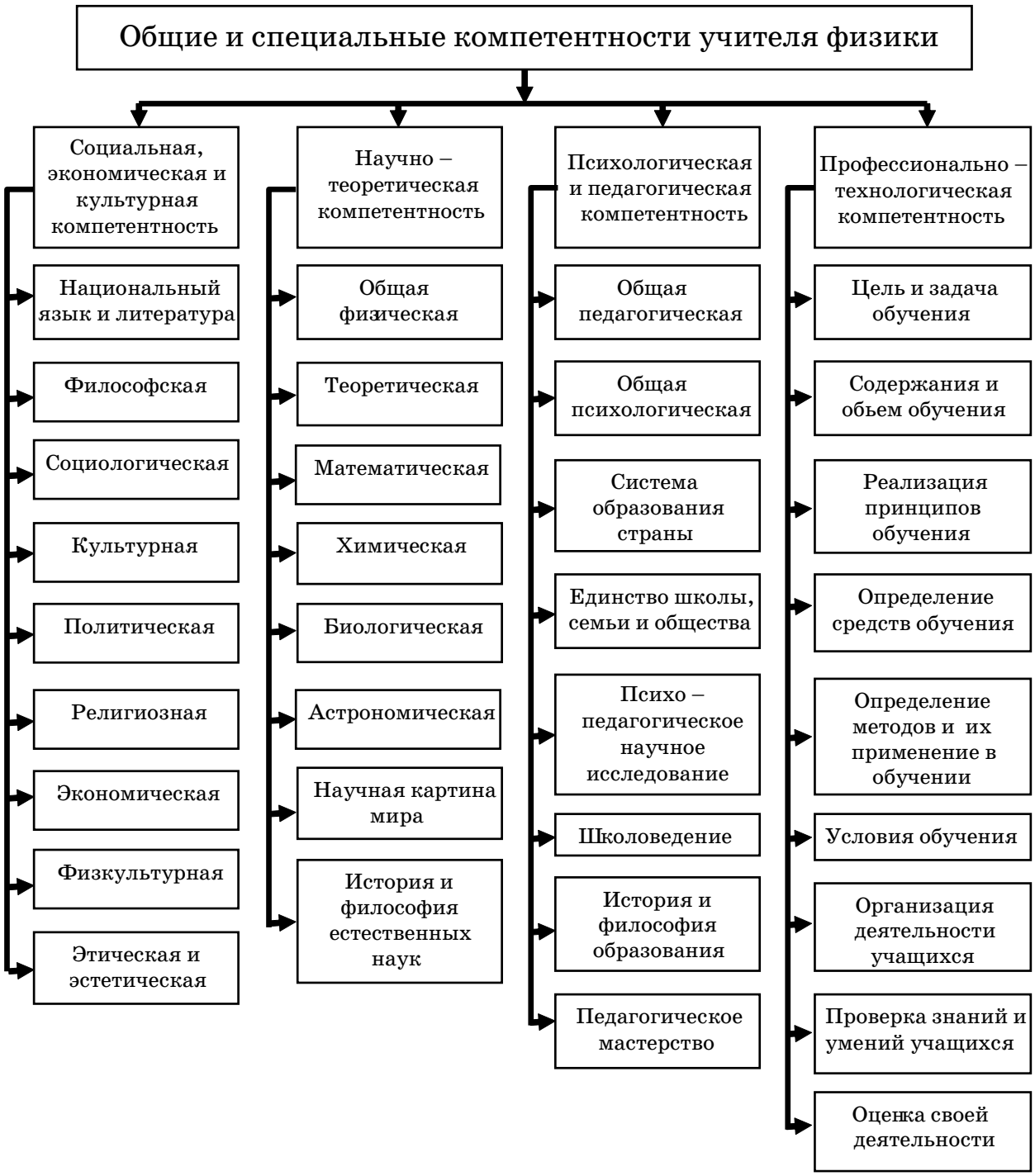
В последнее время с целью обеспечения взаимосвязи образовательной, развивающей и воспитательной функций обучения все большее число исследователей, научных работников и просто практиков занимаются поиском и анализом новых или реконструкцией старых методов обучения, которые уже хорошо известны педагогической науке.

Современное динамически меняющееся общество предъявляет все более разнообразные и критичные требования к компетентности специалистов образования, что не может не повлечь за собой и поиск новых методов для их подготовки к будущей специальности и обучения.

Новые методы обучения, которые появляются на свет, нередко пока не имеют психолого-педагогического обоснования, не всегда поддаются классификации, однако, как показывает практика и опыт, использование их в образовательном процессе приносит студентам несомненный успех. Применение современных методов обучения

⊙ Любое распространение материалов журнала, в т.ч. архивных номеров, возможно только с письменного согласия редакции.

Таблица 1



может позволить успешно и рационально достичь целей обучения.

Как видно из таблицы 1, компетентность учителя физики носит комплексный характер. На наш взгляд, основное место в этом процессе занимает овладение достаточным уровнем знаний по специальности. В частности, хорошее знание динамических и ста-

⊙ Любое распространение материалов журнала, в т.ч. архивных номеров, возможно только с письменного согласия редакции.

Таблица 2

тистических закономерностей, которые используются в физике и составляют основу классической и современной физики. Хотя этот вопрос с научной точки зрения решен [**1**], но статистический метод до сих пор не применяется в обучении физике на требуемом уровне в системе общего и среднего специального образования, что отрицательно влияет на компетентность учителя физики.

За последние 20 лет интенсивное развитие техники и технологий, а также применение инновационных педагогических технологий на занятиях привело к коренному изменению структуры проведения лабораторных работ. Для развития творческих способностей учащихся составная часть проблемы — развитие их мышления. Ее решение имеет для общества огромное педагогическое и воспитательное значение. Лабораторные занятия обладают особенностями, которые раскрывают широкие возможности для развития творческих способностей учащихся [**2**].

Модернизация лабораторных работ дает новый импульс связи теории с практикой, а также приводит к научно-исследовательской деятельности будущих специалистов. В ходе сравнительного анализа данных научно-педагогических исследований, накопленного нами опыта работы в системе высшего образования, а также в среднем образовании, качественных показателей выполненных студентами лабораторных работ по физике нами выявлено, что организация и проведение лабораторных занятий по физике требует коренного изменения структуры и содержания лабораторных работ. Усовершенствование методики преподавания физики приводит к новому подходу проведения лабораторных занятий. Исходя из этого, мы разработали новую модель занятий, которая полностью отвечает современным тенденциям [**3**]. Подготовка будущих учителей физики по этой модели даст свои плоды в будущем.

Наши педагогические наблюдения и педагогический опыт показывают, что одним из главных факторов при подготовке будущих учителей является формирование их общей компетентности. Для быстрого реагирования на происходящие процессы и активного внедрения достижений науки и техники в учебные занятия от преподавателя физики также требуется особая профессиональная компетентность.

Разработанная нами методика содержит новые подходы модернизации учебного процесса — от теоретических лекций до лабораторных работ [**5**]. В наших педагогических исследованиях рассмотрен весь цикл новых подходов преподавания физики. Модель подготовки будущих учителей физики отражает всю совокупность профессиональной деятельности в единстве общих и специальных компетентностей [**2–5**].

В завершении еще раз подчеркнем, что компетентность — главный фактор, положительно влияющий на формирование будущих преподавателей физики.

⊙ Любое распространение материалов журнала, в т.ч. архивных номеров, возможно только с письменного согласия редакции.

Литература

1. *Мякишев Г.Я.* Динамические и статистические закономерности в физике. — М.: Наука, 1973.

2. *Ахмедов А.А., Камолов И.Р., Мардонова Ф.Б.* Модернизированная модель проведения лабораторных работ по физике // Инновационные тенденции развития системы образования // Сборник статей Международной научно-практической конференции. — Чебоксары, 2013. — С. 54–56.

3. *Ахмедов А.А., Камолов И.Р., Избасаров Б.Ф.* Инновационные подходы к проведению лабораторных работ по физике // Новые технологии в образовании // Материалы XVI международной научно-практической конференции. — Чебоксары, 2014. — С. 106–109.

4. *Ахмедов А.А., Камолов И.Р., Абдуллаев Ж.М.* Развитие научно-технического прогресса и его влияние на формирование учащихся. // Материалы XIX Международной научно-практической конференции (сборник научных трудов). — Москва, 2014. — С. 122–124.

5. *Ахмедов А.А., Камолова Д.И.* Индивидуальный педагогический подход к выполнению лабораторных работ по оптике //Педагогика и современность. — Москва, 2015. — № 1(15). — С. 81–88.

ОБ УСЛОВИЯХ РАБОТЫ С ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНО ОДАРЕННЫМИ ДЕТЬМИ В СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ КЛАССАХ

В.Я. Синенко, д.п.н., член-корреспондент РАО, профессор, ректор, ГАОУ ДПО НСО «Новосибирский институт повышения квалификации и переподготовки работников образования»; rector@nipkipro.ru	**V.Y. Sinenko,** Dr.P.Sc., RAE correspondent member, professor, vice-chancellor, SAEI FVE "Novosibirsk Institution of Further Training and Retraining of Educators"; rector@nipkipro.ru

Ключевые слова: интеллектуальная одаренность, потенциальная одаренность, скрытая одаренность, олимпиадное движение, уровни одаренности	**Key words**: intellectual giftedness; potential giftedness; hidden giftedness; Olympic movement; levels of giftedness

В статье уделено внимание потенциальной и скрытой одаренности, основным путям выявления одаренности, проблемам взаимоотношения одаренных детей с коллективом учащихся и учителями. Раскрыты пять уровней интеллектуально одаренных детей	The attention in this article is paid to potential and hidden giftedness, basic ways of the giftedness revealing, problems of the gifted children relations with their classmates and teachers. Five levels of intellectually gifted children are brought to light

Усиление внимания работе с одаренными детьми в нынешних условиях, когда инновационные процессы во всех ведущих сферах жизни людей являются определяющими, вполне объяснимо и весьма актуально.

Весьма актуальны эти вопросы и при организации специализированных классов по углубленному обучению детей физике, открывающихся в Новосибирском регионе с 2010 г. Организаторы таких классов столкнулись с рядом психолого-педагогических проблем, связанных с особенностями работы с одаренными детьми (в том числе и при обучении физике). Эти проблемы выступают в качестве ведущих направлений в работе с детьми, проявляющими особые качества в интеллектуальной деятельности.

⊙ Любое распространение материалов журнала, в т.ч. архивных номеров, возможно только с письменного согласия редакции.

До сих пор, к сожалению, не уточнены понятия **«одаренность», «одаренный ребенок», «талантливый ребенок»** и т.д. Нет единых подходов к различению **одаренности детей по виду их деятельности** (интеллектуальная одаренность, одаренность в искусстве, в спорте, в техническом творчестве и т.д.). Серьезной проблемой являются динамические аспекты **перехода одаренных детей в группу «среднестатистических»**, важно знать **скорость «угасания одаренности»**. **Потенциальная и скрытая одаренности** являются тем серьезным «запасным» вариантом дополнительных к уже известной группе продвинутых детей (одаренных, талантливых и т.д.), который необходимо выявить, изучить, определить содержание работы с ним. По нашему мнению, одаренность часто бывает скрытой. Количество детей со скрытой одаренностью значительно больше известной группы одаренных детей, как подводная часть айсберга значительно превосходит надводную его часть. Являясь не выявленной и случайно не проявившись, эта явно не видимая часть одаренности (именно, как подводная часть айсберга) гаснет так и не раскрывшись.

Выявление одаренности у детей, система работы с ними является на сегодняшний день самой актуальной проблемой. Создание различных нестандартных ситуаций в разнообразных видах деятельности детей, перевод детей на индивидуальное обучение, обеспечение проектных подходов к овладению детьми ранее ими неизведанного, нацеленность на будущую профессию и т. д. в комплексе могут помочь выявить интеллектуально одаренных детей и обеспечить эффективную работу с ними. Достаточно яркой проблемой в обсуждаемом вопросе является **современное олимпиадное движение**. К сожалению, нередко оно является почти единственной массовой формой работы с одаренными детьми и далеко не всегда формирует у детей положительные мотивы к познавательно-исследовательской деятельности. Вызывают тревогу **взаимоотношения одаренных детей с коллективом учащихся и даже учителями.** С другой стороны, уровень **уверенности одаренных детей, нередко переходящий в самоуверенность,** может существенно отрицательно повлиять на их дальнейшее развитие. Примеров тому немало.

Всегда актуальной будет **проблема подготовки педагогических кадров для работы с одаренными детьми**. К сожалению, современное образование в громадной мере несет в себе «печать» работы со среднестатистическим ребенком. Да и генезис самого урока, его доминирующая традиционная пятиэлементная структура (оргмомент → опрос → объяснение нового → закрепление → домашнее задание) в полной мере содействует уравниванию детей, сведению их к «среднестатистическим». Так удобно работать учителю. А ведь нет необходимости доказывать то обстоятельство, что по-настоящему заметить (выявить) одаренность у ребенка, а уж тем более развивать ее, создать адекватные условия учебно-познавательного проживания такого ребенка может обеспечить учитель соответствующего профессионального уровня. Другими слова — одаренный учитель.

Перечень указанных проблем по работе с одаренными детьми не является исчерпывающим. Нами была предпринята попытка указать на те проблемы, которые «лежат на поверхности». Не вызывает сомнений и то, что после решения указанных выше проблем появятся новые.

Однако, есть смысл остановиться еще на одной уже существующей проблеме, которая **связана с *фиксацией уровня* одаренности ребенка.**

Наша позиция основана на том, что тот или иной зафиксированный уровень одаренности ребенка является динамическим аспектом, зависящим от многих факторов (психологического состояния ребенка, его соматического здоровья, окружающей среды и т.д.). Другими словами, мы не являемся сторонниками строгого «припечатывания»

⊙ Любое распространение материалов журнала, в т.ч. архивных номеров, возможно только с письменного согласия редакции.

уровня, который ребенок демонстрирует в данное время, к его личности навсегда или даже на длительный период времени. Одаренность эволюционирует и существенно, качественно меняется в ходе развития. Это делает особенно значимой уже не проблему обучения одаренных детей, а проблему развития детской одаренности, или, говоря иначе, проблему развития потенциала личности каждого ребенка. Необходим постоянный мониторинг, причем оптимальным будет мониторинг через конкретную учебно-познавательную, исследовательскую деятельность ребенка.

Остановимся на **критериях уровней *интеллектуальной* одаренности**, хотя в определенной мере они могут адаптироваться и на другие виды одаренностей (в области спорта, искусства и т.д.).

Первый уровень одаренности учащихся. Учащийся свободно владеет рекомендуемыми обобщенными действиями по выполнению учебных заданий. Успешно, без затруднений выполняет все традиционные программные задания. Инициативы для получения заданий повышенного уровня не проявляет. Проявления интереса к непрограммному содержанию учебных предметных курсов не замечено даже когда это инициируется учителем (родителями). В 20% случаев получает положительный результат при выполнении заданий нетрадиционного (олимпиадного) характера. Личные, собственные подходы к решению проблем наблюдаются редко.

Второй уровень одаренности учащихся. Учащийся всегда успешен при выполнении традиционных программных заданий, при этом нередко проявляется желание выполнять задания повышенной трудности.

При выполнении нетрадиционных заданий (олимпиадного характера) приходит к положительному результату в 50% случаев.

При решении тех или иных проблем в основном использует известные алгоритмы действий, хотя в редких случаях проявляются собственные оригинальные подходы.

К непрограммному содержанию учебных предметных курсов проявляет интерес в том случае, если это инициируется учителем (родителями). По рекомендации учителя может участвовать в школьных научно-практических конференциях.

Третий уровень одаренности учащихся. Учащийся постоянно проявляет желание выполнять практические задания повышенной трудности, а практические задания программного уровня даются ему легко, не вызывая трудностей и вследствие этого интереса для него не представляют. Вместе с тем, овладение теоретическим содержанием предмета в рамках стандарта осуществляется без опережения и без углубления.

При выполнении нетрадиционных практических заданий к успешному результату приходит в 80% случаев. Наряду с известными алгоритмами действий, почти в 30% случаев использует собственные подходы к успешному решению проблем.

Интерес к непрограммному материалу проявляется не только по инициативе учителей (родителей), но и в такой же мере по собственной инициативе. В исследованиях учащегося проявляются элементы проектной деятельности и самостоятельной систематизации материала, что позволяет с успехом выступать на школьных и районных научно-практических конференциях.

Четвертый уровень одаренности учащихся. Программный теоретический материал учащийся усваивает с некоторым опережением, углубляя и расширяя его по собственной инициативе.

Нетрадиционные практические задания (олимпиадного характера) учащийся выполняет почти в 95% случаев, используя при этом не менее, чем в половине случаев собственные подходы к успешному решению проблем.

Интерес к непрограммному материалу в основном проявляет по собственной инициативе.

Владея проектной деятельностью, с удо-

⊙ Любое распространение материалов журнала, в т.ч. архивных номеров, возможно только с письменного согласия редакции.

вольствием занимается исследованием наиболее сложных проблем на основе школьных учебных предметов, получает интересные результаты, является активным участником научно-практических конференций учащихся регионального (областного, краевого) характера.

Пятый уровень одаренности учащихся. Учащийся легко осваивает программу вузовского уровня, уровня магистратуры, имея потенциальные возможности досрочного завершения вузовского образования. Содержание школьной программы для него является следствием программ высшей школы.

При выполнении заданий олимпиадного характера к положительному результату приходит практически всегда.

Проводит научные исследования по собственной инициативе на диссертационном уровне, результаты исследования имеют объективную новизну.

Участвует не только в работе школьных научно-практических конференций, но и конференций вузовских и межвузовских.

Основное назначение описания уровней интеллектуальной одаренности — фиксация состояния и видение перспективы ее (одаренности) развития у данного ребенка, подростка. Однако, опасными являются риски, связанные с немедленной реакцией чиновников от образования и учителей в форме организации «соревнования» школ, всевозможной отчетности по количеству детей того или иного уровня одаренности (чего делать вообще нельзя). Ведь сам феномен одаренности детей является весьма индивидуальным, динамичным и хрупким явлением, требующим к себе со стороны педагогов грамотного, этически всесторонне продуманного, терпеливого отношения.

В своем большинстве одаренные дети нуждаются в условиях, где бы они могли пробовать себя в самых разных сферах деятельности, заниматься дополнительно к учебной работе каким-нибудь интересным делом. Поэтому следует считать прогрессивным фактом создание в Новосибирской области сети специализированных классов естественнонаучной и математической направленности, которые позволяют обеспечить условия развития одаренности как выявленной, так и потенциальной, скрытой.

Литература

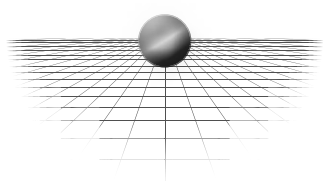
1. *Юркевич В.С.* Одаренный ребенок: Иллюзии и реальность. — М.: Просвещение, 2000. — 136 с.

2. *Савенков А.* Творчески одаренные дети: выявление и развитие. /А. Савенков// Учитель в школе. — 2008. — № 1. — С. 103–106.

3. *Синенко В.Я.* Детская одаренность в условиях современного образования // Сибирский учитель. — 2009. — № 6. — С. 5–6.

4. *Синенко В.Я.* Методологические применения современных технологий в учебно-познавательной деятельности учащихся // Монография. — Новосибирск: Изд-во ИПИО РАО. — 2010. — 164 с.

5. *Синенко В.Я.* Раннее выявление одаренности у детей // Методическое пособие; НИПКиПРО, Филиал МПГУ в г. Новосибирске. — Новосибирск: Изд-во НИПКиПРО, 2012. — 88 с.



⊙ Любое распространение материалов журнала, в т.ч. архивных номеров, возможно только с письменного согласия редакции.

СЕТЬ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ КЛАССОВ НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛ.

И.Л. Беленок, д.п.н., профессор, проректор по учебно-методической работе, ГАОУ ДПО Новосибирской обл. «Новосибирский институт повышения квалификации и переподготовки работников образования»; ibelenok@mail.ru	**I.L. Belenok,** Dr.P.Sc., professor, prorector (educational and methodological work), SAEI FVE of the Novosibirsk region, Novosibirsk Institution of Further Training and Retraining of Educators; ibelenok@mail.ru
Ю.Б. Кляйн, заведующая отделом сопровождения специализированных классов, ГАОУ ДО детей Новосибирской обл. «Центр развития творчества детей и юношества»; julia280567@rambler.ru	**J.B. Klein,** head of department of the specialized classes support, SAEI PSE of the children of the Novosibirsk region "Children's creativity and youthhood development center"; julia280567@rambler.ru

Ключевые слова: специализированные классы, результативность обучения, одаренные дети	**Key words:** specialized classes, educational performance, intellectually gifted children

В Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 г. среди актуальных задач развития общего образования обозначена задача создания системы выявления и поддержки одаренных детей и талантливой молодежи. Приоритетной задачей создания специализированных классов является формирование личности с разносторонним интеллектом, навыками исследовательского труда, высоким уровнем культуры, готовой к осознанному выбору и освоению профессиональных образовательных программ математического, естественнонаучного и инженерно-технологического профилей с учетом склонностей и сложившихся интересов	The objective to create a system of the intellectually gifted children and talented young adults' recognition and support is singled out among other relevant objectives of the basic education development in the Concept of the long-term social and economic development of the Russian Federation for the period of up to 2020. The prior objective of the specialized classes' formation is the formation of a personality with miscellaneous intelligence, research skills, high level of culture ready for the conscious choice, and acquisition of a professional educational programs of the mathematical, scientific and engineering and technical profiles, taking into account the addictions and formed interests.

В настоящее время ведущим фактором экономического и социального развития общества становятся интеллектуальные и творческие ресурсы человека. Одним из приоритетных направлений государственной политики в области образования становятся социально-педагогическая поддержка и развитие одаренных детей и молодежи как бесценного национального достояния и основного интеллектуального и творческого потенциала страны. В Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 г. среди актуальных задач развития общего образования обозначена задача создания системы выявления и поддержки одаренных детей и талантливой молодежи.

Приоритетной задачей создания специализированных классов является формирование личности с разносторонним интеллектом, навыками исследовательского труда, высоким уровнем культуры, готовой к осознанному выбору и освоению профессиональных образовательных программ математического, естественнонаучного и инженерно-технологического профилей с учетом склонностей и сложившихся интересов.

В Новосибирской обл. имеются предпосылки к созданию специализированных классов. Уникальным практическим опытом в этом направлении обучения обладает Специализированный учебно-научный центр Новосибирского государственного университета (СУНЦ НГУ). Организация

⊙ Любое распространение материалов журнала, в т.ч. архивных номеров, возможно только с письменного согласия редакции.

сети специализированных классов может быть основана на опыте совместных классов СУНЦ НГУ с общеобразовательными учреждениями г. Новосибирска, например, с МБОУ «СОШ № 162», с МБОУ «Гимназия № 1».

Отбор детей в такие классы, осуществляется через систему олимпиад различного уровня, специализированных летних школ, научно-практических конференций школьников, заочных физико-математических и других школ и т.п. Существующий опыт формирования классов в СУНЦ НГУ может явиться основой для создания системы диагностики и отбора одаренных детей в другие специализированные классы. Только СУНЦ НГУ не может выявить и охватить весь возможный контингент потенциально одаренных детей. Однако, практика его работы, а также гимназий, лицеев, школ с углубленным изучением отдельных учебных предметов в Новосибирской области, олимпиадное движение, научно-практическая, конкурсная деятельность дают основания для пролонгации и совершенствования форм работы с одаренными детьми.

Поэтому с 2010 г. в Новосибирской обл. был запущен проект по формированию сети специализированных классов для одаренных детей по математике, физике, химии на базе общеобразовательных учреждений. В Положении [1] о специализированных классах отмечено, что такой класс открывается с целью создания условий для выявления и поддержки наиболее способных и одаренных детей, реализации нового программного содержания и его методического сопровождения, нового качества и результата общего образования, ориентированного на перспективные потребности рынка труда и технологий. В этом случае задачей специализированного класса является реализация образовательной программы, соответствующей федеральным государственным образовательным стандартам и ориентированной на:

- обучение и воспитание высоконравственной интеллектуальной личности;
- непрерывность общего и высшего образования;
- дополнительную (углубленную) подготовку по предметам естественнонаучного, инженерного и технологического профилей;
- создание максимально благоприятных условий для развития научного и технического творчества обучающихся, повышения интереса к исследованиям и изобретательству;
- обеспечение поддержки предпринимательской активности;
- развитие инженерных компетенций;
- овладение навыками самостоятельной, проектной и исследовательской деятельности с учетом индивидуальных возможностей и способностей обучающегося.

Первоначально в сеть вошли 23 специализированных класса математической и естественнонаучной направленности. На втором году реализации проекта классов было уже 60, на третьем — 108. В четвертом — 163 класса. Была расширена и специфика классов — появились спортивные, инженерно-технологические специализированные классы, планируется создание био-технологических, агротехнологических, классов со специализацией в IT-направлении. В 2014–2015 уч. г. количество специализированных классов уже 228 (табл. 1). Увеличение количества специализированных классов частично произошло и за счет привлечения V–VI классов основной школы (табл. 2).

Специализированные классы были сформированы из учащихся, успешно проявивших себя в обучении. Основанием для зачисления в такие классы были высокая текущая успеваемость, успехи в значимых олимпиадах и конкурсах, образовательная активность и т.д.

Расширяется и география сети специализированных классов: кроме г. Новосибирска классы создаются в районах Новосибирской

⊙ Любое распространение материалов журнала, в т.ч. архивных номеров, возможно только с письменного согласия редакции.

Таблица 1

Динамика развития сети специализированных классов в Новосибирской обл.

Год организации классов	Направленность специализированных классов	Количество обучающихся	Количество классов	Количество ОУ
2010–2011	Математическая Естественнонаучная	562	23	19
2011–2012	Математическая Естественнонаучная	1490	60	31
2012–2013	Математическая Естественнонаучная	2700	108	41
2013–2014	Математическая Естественнонаучная Инженерная	3640	163	44
2014–2015	Математическая Естественнонаучная Инженерная	5770	228	55

Таблица 2

Распределение специализированных классов по параллелям

Количество классов		2010–2011	2011–2012	2012–2013	2013–2014	2014–2015
По параллелям	5	0	0	3	6	16
	6	0	0	1	6	15
	7	1	1	12	23	31
	8	5	16	22	36	46
	9	6	13	21	31	48
	10	11	19	28	33	39
	11	0	11	21	28	33
		23	**60**	**108**	**163**	**228**

обл.: Карасукском, Татарском, Баганском, Купинском, Барабинском, Маслянинском, городе Бердске, поселках Краснообск и Кольцово (табл. 3).

В 2015 г. проходили исследования по эффективности оказания образовательных услуг в образовательных учреждениях, находящихся в сети специализированных классов по данным Регионального оператора Новосибирской обл. ГАОУ ДОД «Центр развития творчества детей и юношества» [**2**].

Исследования проводились для образовательных учреждений, находящихся в сети специализированных классов четыре и три года, соответственно, за период 2011–2014 учебные годы.

Одним из показательных критериев эффективности работы специализированного класса являлись результаты участия обучающихся в олимпиадах, турнирах различной направленности и научно-практических конференциях.

⊙ Любое распространение материалов журнала, в т.ч. архивных номеров, возможно только с письменного согласия редакции.

Таблица 3

Территориальное развитие сети специализированных классов в Новосибирской обл.

Учебный год		2010–2011	2011–2012	2012–2013	2013–2014	2014–2015
Количество общеобразовательных организаций		19	31	41	44	54
В том числе	г. Новосибирск	16	24	30	33	41
	г. Бердск, п. Краснообск, п. Кольцово	2	5	6	6	6
	Сельские районы Новосибирской обл.	1 Карасукский	2 Карасукский, Татарский	5 Карасукский Татарский, Баганский, Купинский, Барабинский	5 Карасукский Татарский, Баганский, Купинский, Барабинский	7 Карасукский, Татарский, Баганский, Купинский, Барабинский, Маслянинский

По результатам проведенных исследований можно отметить, что число учащихся специализированных классов, принимающих участие в мероприятиях, хотя и составляет менее половины от общего числа участвующих школьников, однако число победителей данной категории школьников превышает 50% барьер. Можно сделать заключение, что уровень знаний и умений, демонстрируемых учащимися спецклассов, выше, что и позволяет им лидировать. Это можно проследить и по результатам различных мероприятий муниципального и регионального уровня. Особенно таких, как: турниры юных химиков (ТЮХ), юных биологов (ТЮБ), юных физиков (ТЮФ), юных естествоиспытателей (ТЮЕ); региональная научно-практическая конференция школьников «Эврика»; городской конкурс исследовательских проектов учащихся V–VIII классов; Всесибирская открытая олимпиада школьников; Открытая межвузовская олимпиада школьников «Будущее Сибири».

Обучающиеся специализированных классов из ряда образовательных учреждений постоянно принимают участие и становятся призерами и победителями олимпиад и научно-практических конференций, таких как: Всероссийский «Молодежный физический чемпионат», Интернет олимпиада школьников по физике, открытый фестиваль Новосибирской области по робототехнике, Межрегиональная олимпиада школьников, Всероссийская конференция обучающихся «Национальное достояние России», Областная дистанционная командная олимпиада по физике, Игра-конкурс по физике «Зубренок», Всероссийские дистанционные эвристические олимпиады «Эйдос», Всероссийский заочный конкурс проектных работ «Созидание и Творчество» и т.п. Такой результат можно объяснить тем, что в Положении о специализированных классах указано на необходимость выделения до 10 часов внеурочной деятельности в неделю. При этом содержание занятий формируется общеобразовательной организацией с учетом выбора обучающегося и направлено на реализацию различных форм деятельности, отличных от урочных (проектная, научно-исследовательская ра-

⊙ Любое распространение материалов журнала, в т.ч. архивных номеров, возможно только с письменного согласия редакции.

бота, научно-практические конференции, олимпиады, конкурсы, турниры, соревнования, летние и зимние профильные смены и др.). Часы внеурочной деятельности не входят в расчет максимальной допустимой аудиторной нагрузки обучающегося по учебному плану.

Стоит отметить, что учащиеся специализированных классов стали проявлять себя и в турнирах международного масштаба.

В целом, можно сделать заключение об успешном функционировании сети специализированных классов в Новосибирской области. Конечно, количество одаренных детей не безгранично, но оказывается, что специальная, целенаправленная работа, позволяет раскрыть возможности ребенка, заставить его поверить в себя и сформировать мыслящую нестандартно личность [3].

Литература

1. [Электронный ресурс] Более 70 проектов участвуют в конкурсном отборе для открытия спецклассов в образовательных организаций Новосибирской области в 2015–2016 учебном году, режим доступа http://www.minobr.nso.ru/news/2037 (сайт Министерства образования, науки и инновационной политики Новосибирской области).

2. [Электронный ресурс], режим доступа (http://www.nrc-rodnik.ru/).

3. *Синенко В.Я., Плотников С.Г., Сампайу А да Круш.* Раннее выявление одаренности у детей. / С.Г. Плотников, А да Круш Сампайу. — Новосибирск: Изд-во НИПКиПРО. — 2012 — 63 с.

ВОСТРЕБОВАННОСТЬ УЧАЩИМИСЯ НЕПРОФИЛЬНЫХ КЛАССОВ ИНТЕРНЕТ-ПОДДЕРЖКИ ШКОЛЬНОГО КУРСА ФИЗИКИ

А.П. Дегтярева, ассистент кафедры физики, Специализированный учебно-научный центр (факультет) – школа-интернат имени А.Н. Колмогорова Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова (СУНЦ МГУ); degtyareva_anna7@mail.ru	**A.P. Degtiareva**, physics teaching assistant, Specialized academic center (faculty) – A.N. Kholmogorov boarding school of M.V. Lomonosov Moscow State University (SAC MSU); degtyareva_anna7@mail.ru
Ключевые слова: преподавание физики в школе, непрофильное обучение, СУНЦ МГУ, внеаудиторная работа учащихся, обучение в сети Интернет	**Key words**: teaching of physics at school, non-core education, SAC MSU, project work of the students, teaching in the Internet
В статье описан опыт преподавания физики в химико-биологическом потоке СУНЦ МГУ, рассмотрены проблемы, возникающие при преподавании физики в непрофильных классах, проанализирована попытка оптимизации преподавания предмета с помощью общедоступного интернет-ресурса	The article describes the experience of the physics teaching in the chemical and biological flow of SAC MSU, the issues appearing during the physics teaching in the non-core classes are considered, the attempt to optimize the subject teaching with help of the public Internet resource are analyzed

В № 6 журнала «Физика в школе» за 2014 год была опубликована статья «Предпосылки к самостоятельной работе учащихся классов химико-биологического профиля СУНЦ МГУ в процессе изучения физики», в которой был описан опыт преподавания

⊙ Любое распространение материалов журнала, в т.ч. архивных номеров, возможно только с письменного согласия редакции.

физики в классах химико-биологического профиля СУНЦ МГУ, проанализировано мнение учащихся и студентов-выпускников СУНЦ МГУ о школьном курсе физики в целях оптимизации преподавания предмета, описан возможный вариант улучшения качества преподавания физики с учетом требований вузов.

Как отмечалось ранее, в Специализированном учебно-научном центре (факультете) — школе-интернате имени А.Н. Колмогорова Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова (СУНЦ МГУ) ведется профильное обучение для старшеклассников. Учащиеся X–XI классов распределены по отделениям: физико-математическое (двухгодичный поток), в рамках которого реализуется подготовка учащихся в классах с углубленным изучением информатики; физико-математическое (одногодичный поток) и химико-биологическое (двухлетнее обучение) с химическим и биологическим потоком. Особую сложность представляет собой преподавание физики в классах химико-биологического потока, в связи с тем, что большинство учащихся, как было показано [**5**], продолжают свое обучение по междисциплинарным направлениям в высших учебных заведениях, где им требуются глубокое знание физики и понимание протекания физических процессов. Другая сторона проблемы заключается в малом количестве часов, выделенных на изучение физики согласно утвержденному учебному плану, поскольку этот предмет не является профильным для учащихся химико-биологического потока.

При наборе в химический и биологический классы СУНЦ МГУ не проводит дополнительного вступительного испытания по физике, поэтому эти классы формируются по критерию успешности прохождения вступительных испытаний по математике и химии или биологии соответственно. Таким образом, после зачисления в СУНЦ МГУ в один класс попадают учащиеся с разительно отличающимися уровнями знаний по физике.

В сложившейся ситуации крайне сложно подобрать для работы одно конкретное учебное пособие, ориентированное на преподавание физики в непрофильном классе с малым количеством часов, отведенных на предмет, но при этом полно, доступно и глубоко излагающее курс и «дотягивающее» даже слабых по знаниям учащихся химбиопотока до успешного для дальнейшего обучения уровня. Поэтому, так или иначе, преподаватели вынуждены отсылать учащихся к большому количеству источников, которые удовлетворительно излагают отдельные темы.

В 2014 г. учебный план СУНЦ МГУ претерпел ряд изменений, которые привели к дополнительному сокращению часов, выделенных на преподавание физики в биологическом классе в 2014–2015 уч. г. по сравнению с предыдущим периодом.

Таким образом, в сложившихся обстоятельствах существующие проблемы преподавания предмета еще более обострились.

Помимо затронутых вопросов необходимо также отметить специфику преподавания непосредственно в выпускном классе: в СУНЦ в среднем учащиеся менее ориентированы на школьную программу и более ориентированы на олимпиады, которые, в том числе, дают им возможность поступить в вуз или просто продемонстрировать свои знания. Кроме того, с результатами олимпиад напрямую связан рейтинг школ. В связи с этим ситуация становится еще более нестабильной: бывает, что в течение достаточно продолжительного времени на уроках из класса присутствует всего несколько человек, тогда как большая часть учащихся находится на сборах и олимпиадах по профильным предметам. Закономерно возникает вопрос — как оптимально и максимально эффективно в подобных условиях научить таких школьников физике?

В предыдущем исследовании была показана важность самостоятельной внеаудиторной работы школьников согласно основным принципам ее построения [**2, 6**]. В каче-

⊙ Любое распространение материалов журнала, в т.ч. архивных номеров, возможно только с письменного согласия редакции.

стве одного из путей решения возникающих проблем был выбран популярный сейчас метод использования интернет-ресурсов для самостоятельной работы школьников. Принципы построения курса для размещения в сети Интернет хорошо описаны в литературе [**1, 2, 3**]. На общедоступном сайте http://sdo.edu5.ru в разделе «СУНЦ МГУ» были размещены материалы по курсу «Физика для химиков и биологов». Прежде этот ресурс был ориентирован на тех, кто по ряду причин не присутствовал на занятии. Материалы представляли из себя набор учебных модулей, разбитых на блоки. Появление материалов было сопряжено с рассмотрением тем на занятиях в школе, сами материалы были скомбинированы так, чтобы максимально облегчить школьнику изучение той или иной темы: активно использовались мультимедиа и анимация, отсылки на различные источники информации, выполнен разбор задач, приведен полный и подробный теоретический материал. Сайт http://sdo.edu5.ru позволяет отслеживать статистику заходов пользователей в те или иные блоки и модули, интерфейс сайта дружественен к пользователям.

Чтобы оценить эффективность такого ресурса, в конце 2014–2015 учебного года был проведен опрос учащихся двух классов СУНЦ МГУ — химического и биологического. Были опрошены учащиеся X классов, сам опрос был проведен методом анкетирования. Разработанная анкета предполагала указать опрашиваемому, какие именно модули и блоки курса были изучены, как он оценивает каждую из изученных тем в критериях «понятно», «интересно», «полезно» по 10-тибалльной шкале. Также требовалось указать, сколько времени учащийся провел на сайте и отметить, удобно ли было пользоваться подобным ресурсом. Кроме этого, учащийся мог оставить свои пожелания и комментарии о работе с сайтом.

По результатам опроса выяснилось, что чуть больше 2/3 всех учащихся хотя бы раз заходили на сайт — 54% биологов и 83% химиков, но только 27% и примерно 42% пользовались сайтом на достаточно постоянной основе. В среднем учащиеся тратили около 40 минут на изучаемую тему за заход. Примерно половине от всех учащихся класса (среди них учтены и те, кто на сайт ни разу не заходил) было неудобно пользоваться сайтом по одной или ряду причин: отсутствие интереса и мотивации для работы на сайте, привычка пользоваться книгой или конспектами с урока, взятыми у одноклассника, выбор будущего направления или специальности, не связанных с изучением физики, обилие других источников информации в сети Интернет, уверенность в своих знаниях без дополнительных материалов.

Стоит отметить, что в начале учебного года (в начале размещения учебных модулей и блоков) учащиеся активно проявляли интерес к интернет-ресурсу, который затем постепенно спадал: спад наблюдался при продвижениям по темам к концу полугодия, как по субъективным оценкам, так и по времени, проведенному на сайте. Так, например, первые пять тем полугодия вызвали следующее мнение у учащихся (табл. 1).

В дальнейшем наблюдался спад по показателям «интересно» до среднего значения 4,8 и «полезно» до среднего 5,2 при практически неизменном значении показателя «понятно».

На основании эксперимента можно сделать выводы о том, что не для всех учащихся метод использования интернет-ресурсов является насущным, интересным и продолжительно мотивирующим инструментом получения новых знаний. Для учащихся биологического класса результат эксперимента скорее отрицательный, чем положительный: во-первых, он еще более продифференцировал класс по знаниям, во-вторых, сам ресурс был мало востребован и мало использован школьниками, в-третьих, интерес учащихся выпускного биологического класса к сайту угас примерно на треть быстрее, чем интерес школьников из химического класса.

⊙ Любое распространение материалов журнала, в т.ч. архивных номеров, возможно только с письменного согласия редакции.

Таблица 1

	Интересно	Полезно	Понятно	Σ средн.
Построение хода лучей в оптической системе	6,8	6,8	7,4	7,0
Построение лучей в оптической системе. Построение сложного изображения	7,1	7,1	7,4	7,2
Построение хода произвольного луча через положительную и отрицательную линзы	7,3	7,5	7,2	7,3
Построение хода произвольного луча через оптическую систему	7,7	7,4	7,3	7,5
Интерференция	6,9	7,3	6,3	6,8
Σ средн.	7,2	7,2	7,1	7,2

Хотелось бы отметить тот факт, что во время активной работы с сайтом наблюдалась большая усвояемость знаний по физике, проявлялся больший интерес к учебе, чем при обычных занятиях в школе, что, несомненно, положительно сказывалось на результатах обучения. Однако интерес к работе на сайте достаточно быстро угасал, это было хорошо заметно по статистике: количеству школьников, использующих ресурс, числу заходов и времени, проведенном на сайте — все показатели существенно падали с продвижением к концу учебного года. Одной из причин быстрого угасания интереса школьников при обучении в сети Интернет, по-видимому, является тот факт, что обучение в Интернете — это полноценная самостоятельная учеба, которая требует ответственности и глубины погружения в изучение предмета. К сожалению, современным школьникам бывает довольно сложно удерживать внимание, не отвлекаясь на заманчивые возможности, которые предоставляет Интернет: социальные сети, переход по ссылкам, уводящим от цели обучения, онлайн-игры.

По результатам исследования становится очевидно, что метод использования интернет-ресурсов для самостоятельной работы школьников — один из способов увеличения интенсивности самостоятельной работы учащихся при изучении физики, но далеко не самый эффективный. Как и любой метод, в целом он обладает рядом плюсов и минусов [**7, 8**]. Среди плюсов в первую очередь выделяются следующие:

- учащийся самостоятельно устанавливает сроки обучения, применяется индивидуальный подход в зависимости от своих обстоятельств и возможностей;
- учащийся самостоятельно выбирает удобное время для занятий;
- учащийся обучается без привязки к месту: можно заниматься дома, в парке или на отдыхе — иными словами везде, где есть электричество и доступ к сети Интернет;
- существенно экономятся время и силы учащихся, а также расходные материалы — например, не нужно тратить время на дорогу, чтобы попасть на занятие, материалы предоставлены в электронном виде и т.д.;
- расширяется доступ к образованию для тех, кто не имеет других возможностей учиться дополнительно в связи с семейными обстоятельствами, финансовым положением или физическими ограничениями;
- в том числе в результате возможности планировать свою деятельность затронутый метод обучения делает учащихся более самостоятельными и дисциплинированными;
- облегчается взаимодействие «учащийся-преподаватель»;

⊙ Любое распространение материалов журнала, в т.ч. архивных номеров, возможно только с письменного согласия редакции.

- доступность образования по сравнению с очными занятиями: не нужно платить репетиторам и приобретать большое количество пособий;
- важная социальная функция.

Однако, несмотря на достаточно большое количество положительных сторон, у метода обучения с помощью сети Интернет есть и внушительное количество минусов:

- необходимость жесткого подхода к организации рабочего места и самодисциплины;
- такой формат идеален не для всех учащихся: при наличии проблем с мотивацией и дисциплиной обучение не будет успешным;
- отсутствие социального взаимодействия и неполноценная эмоциональная составляющая вследствие неосуществимости прямого контакта с одноклассниками и преподавателями;
- ощущается явный недостаток практических занятий;
- практически отсутствует возможность излагать свои мысли в устной форме;
- материалы для занятий могут быть составлены недостаточно полно и/или грамотно;
- занятия требуют существенной адаптации к новым технологиям, что сказывается на удобстве и эффективности обучения: учащимся, которые более «подкованы» в интернет-технологиях, учиться интереснее, для них обучение несет больший эффект;
- не все предметы, темы или задания могут быть предложены для ознакомления и выполнения в Интернете: все, что требует практики, не может преподаваться заочно или удаленно.

Литература

1. *Андреев А.А.* Интернет в системе непрерывного образования // Высшее образование в России. — № 7. — 2005. — С. 91–94.

2. *Андреев А.А.* Обучение через Интернет: состояние и проблемы // Высшее образование в России. — № 12. — 2009.

3. *Андреев А.А.* Введение в Интернет-образование. Учебное пособие — М.: Логос, 2003.

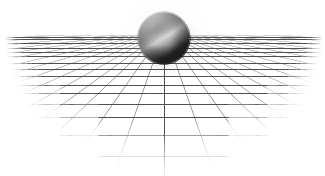
4. *Боброва О.В.* Организация самостоятельной работы учащихся при изучении нового материала // Химия в школе. — 1996. — № 5. — С. 23.

5. *Дегтярева А.П.* Предпосылки к самостоятельной работе учащихся классов химико-биологического профиля СУНЦ МГУ в процессе изучения физики // Физика в школе. — 2014. — № 6.

6. *Пидкасистый П.И.* Самостоятельная деятельность учащихся. — М.: Педагогика, 1972.

7. http://edunews.ru.

8. http://inyaz-school.ru



⊙ Любое распространение материалов журнала, в т.ч. архивных номеров, возможно только с письменного согласия редакции.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА АНАЛОГИЙ ПРИ ИЗЛОЖЕНИИ ВОПРОСОВ ЭЛЕКТРОСТАТИКИ И ГИДРОСТАТИКИ

А.И. Слободянюк, к.физ.-мат.н., доцент, заведующий кафедрой общей физики физического факультета Белорусского государственного университета; Slabadzianiuk@bsu.by	**A.I. Slobodianiuk,** Cd.P.-M.Sc., associate professor, Head of physics department of the physics faculty of the Belarusian State University; Slabadzianiuk@bsu.by
О.С. Филиппенко, аспирант третьего года обучения Белорусского государственного университета; fi-all-ka@yandex.ru	**O.S. Philippenko,** post-degree student of the third year of studying of the Belarusian State University; fi-all-ka@yandex.ru

Ключевые слова: аналогии, электростатика, гидродинамика, емкость, конденсатор, энергия	**Key words:** analogies, electrostatics, hydrodynamics, capacity, condenser, energy

Статья посвящена использованию метода гидродинамических аналогий при изучении вопросов электростатики. Основные вопросы: определение емкости (электроемкости, теплоемкости и «емкости» сосуда), соединение емкостей, запасенная энергия	The article is dedicated to an analog method application during the issues of the electrostatics studying. Major issues: determination of a capacity (electric capacity, heating capacity and a cell "constant"), capacities connection, stored energy

В процессе развития физики большую роль всегда играли аналогии. Одним из теоретических методов изучения физики является метод аналогий. Использование метода аналогий способствовало созданию моделей новых физических явлений, введению новых понятий, формулировке законов, и, наконец, построению фундаментальных теорий. В качестве широко известного примера можно привести историю создания электромагнитной теории Дж. К. Максвеллом, который выводил свои знаменитые уравнения с помощью собственной механической модели электромагнитного поля [**1**, с. 145]. Во многих случаях модели, построенные «по аналогии», оказываются принципиально неверными, но полученные на их основе уравнения остаются справедливыми.

Процесс изучения физики в общих чертах повторяет процесс ее создания и развития[1]. Поэтому аналогии могут широко использоваться (и используются!) в учебном процессе. Метод аналогий — «*знания, полученные из рассмотрения какого-либо объекта, переносится на другой, менее изученный объект (менее наглядный, менее доступный для исследования)*» [**2**, с. 139]. Метод аналогий широко используется при изложении многих разделов физики (аналогии электромагнитных и механических колебаний, аналогия между гравитационными и электростатическими полями) [**2**, с. 141].

В статье будет рассмотрено использование метода аналогий между электростатикой и гидростатикой, а также частично теорией тепловых явлений для пояснения некоторых понятий, уравнений и традиционных задач электростатики. Мы ставим своей целью довести эти аналогии до полного совпадения уравнений и формул, описывающих принципиально различные явления, выяснить причины таких совпадений, а также указать на принципиальные различия в некоторых из этих «аналогичных» формулировках.

Исторически теория электричества строилась на модели «электрической жидкости» («невесомой жидкости (флюида)»). Эта гипотеза была выдвинута Франклином. Элек-

[1] Уместно привести «по аналогии» биологический закон: «онтогенез повторяется в партогенезе» — развитие каждой особи повторяет развитие данного биологического вида.

⊙ Любое распространение материалов журнала, в т.ч. архивных номеров, возможно только с письменного согласия редакции.

трические частицы, которые рассматривал Франклин — это прообраз электронов [3, с. 112]. Однако появились и другие гипотезы о природе электричества, например, гипотеза о существовании двух видов «электрической жидкости» (что, как будет показано далее, может играть принципиальную роль). Аналогично и теория теплоты также первоначально являлась теорией теплорода, особой «тепловой жидкости». Отголоски этих представлений сохранились в понятийном аппарате: электрический ток, поток теплоты, электроемкость и теплоемкость, электропроводность и теплопроводность и т.д. Поэтому вполне разумно при изучении понятий и законов электрических и тепловых явлений использовать аналогии с наглядными явлениями гидростатики с простейшими представлениями о движении реальной жидкости.

Определение емкости (электроемкости, теплоемкости и «емкости» сосуда)

Электроемкость уединенного проводника. Заряд любого тела ограничен целым рядом факторов. Если тела находятся в воздухе, который является слабым, но проводником, происходит утечка заряда в окружающую среду. Причем величина тока утечки сильно зависит от напряженности электрического поля. Если последняя становится очень большой, то возникают даже видимые разряды, сначала коронный, а затем и искровой. Даже если тело находится в вакууме, то и в этом случае возможна утечка электрического заряда. Поэтому вводят характеристику тела (и окружающей среды), описывающую способность данного тела накапливать электрический заряд.

Рассмотрим уединенный проводник, которому сообщается некоторый электрический заряд Q. По прошествии некоторого промежутка времени этот электрический заряд распределится по поверхности проводника и в окружающем пространстве создаст электрическое поле. Напряженность этого поля не постоянна, она изменяется и по величине, и по направлению. Потенциал проводника остается постоянным во всех его точках (он пропорционален заряду проводника). Следовательно, отношение заряда проводника к его потенциалу не зависит от величины электрического заряда, поэтому это отношение является «чистой» характеристикой проводника, находящегося в определенной среде, которая называется электрической емкостью проводника (электроемкостью).

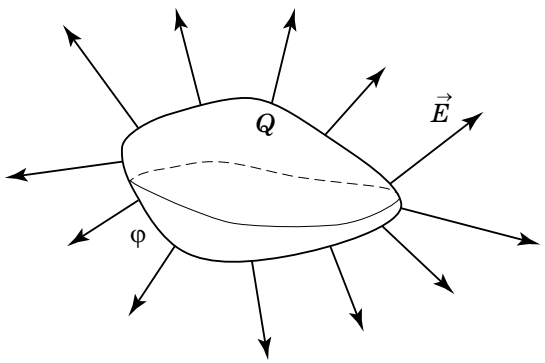


Рис. 1

Итак, **электроемкостью проводника называется отношения электрического потенциала проводника к его заряду**

$$C = \frac{q}{\varphi}. \qquad (1)$$

Электрический потенциал определяется с точностью до произвольной постоянной. Во избежание неопределенности в определении (1) полагают, что потенциал стремится к нулю при бесконечном удалении от рассматриваемого проводника: $\varphi = 0$ при $r \to \infty$.

Чтобы избежать неоднозначности в определении электроемкости, связанной с

[2] В этой части мы умышленно почти дословно повторяем исходные рассуждения (с соответствующей заменой терминов), чтобы показать единый стиль возможных рассуждений о введении понятий емкости — далее таких повторов постараемся избежать.

⊙ Любое распространение материалов журнала, в т.ч. архивных номеров, возможно только с письменного согласия редакции.

неоднозначностью потенциала, можно дать эквивалентное определение: **электроемкость проводника равна электрическому заряду, который необходимо сообщить проводнику, чтобы повысить его потенциал на единицу:**

$$C = \frac{\Delta q}{\Delta \varphi}. \qquad (2)$$

Теплоемкость уединенного тела[2]. На первый взгляд кажется, что любому теплоизолированному телу можно сообщить любое количество теплоты. Однако в реальности количество теплоты любого тела ограничено. Всегда происходит утечка теплоты в окружающую среду. При нахождении тела в вакууме также возможна утечка теплоты посредством теплового излучения. Кроме того, при достижении некоторой температуры тело может разрушиться, например расплавиться. Поэтому необходима некая характеристика тела (строго говоря, и окружающей среды) для описания способности данного тела накапливать теплоту.

Рассмотрим теплоизолированное тело, которому сообщается некоторое количество теплоты Q. Через некоторое время тело придет в состояние теплового равновесия, при этом температура тела во всех точках станет одинаковой. Очевидно, что изменение температуры тела Δt пропорционально количеству полученной теплоты δQ. Следовательно, отношение количества полученной теплоты к изменению температуры не зависит от количества полученной теплоты, поэтому это отношение является «чистой» характеристикой тела, находящегося в определенной среде, которая называется теплоемкостью тела:

$$C = \frac{\delta Q}{\Delta T}. \qquad (3)$$

Отметим, что при таком определении теплоемкость тела не зависит от начала отсчета температурной шкалы, т.е. она одинакова и в шкале Цельсия и в шкале Кельвина. Теплоемкость тела выражается через его удельную теплоемкость $C = cm$, где m — масса тела.

Сравнение понятий электроемкости и теплоемкости. Как было показано ранее, понятия теплоемкости и электроемкости тел могут быть введены и определены аналогично. Однако, следует отметить и ряд существенных отличий между этими понятиями. Самое важное из них связано с невозможностью говорить о «количестве теплоты, содержащейся в теле» (с точки зрения современных физических воззрений). Теплота не является характеристикой состояния системы или отдельного тела. Теплота — количество переданной энергии (т.е. характеристика процесса). В этом контексте следует рассуждать о внутренней энергии тела. Но в соответствии с первым законом термодинамики внутренняя энергия может быть изменена и посредством других процессов без теплообмена, например, совершения механической работы. Данная аналогия имеет смысл в случае когда теплопередача является единственным механизмом изменения внутренней энергии (количество переданной теплоты равно изменению внутренней энергии тела). Такая ситуация реализуется при рассмотрении тепловых процессов в твердых и жидких телах, когда изменением их объемов (следовательно, и совершенной работой можно пренебречь).

Второе существенное отличие заключается в наличии электрического поля, описываемого вектором напряженности $\vec{E}$. Поле создается переданными электрическими зарядами. Вводить подобную характеристику для поля температур нет необходимости[3]. Кроме того, существуют два вида электрических зарядов (в жидкостной модели два вида электрических жидкостей) — положительные и отрицательные. Количество теплоты таким свойством не обладает. На-

[3] В некоторых случаях при рассмотрении процессов теплообмена рассматривают векторное поле градиента температур, которое может служить аналогом напряженности электрического поля. Но в рассматриваемых здесь задачах этот вектор является излишним.

⊙ Любое распространение материалов журнала, в т.ч. архивных номеров, возможно только с письменного согласия редакции.

личие двух типов зарядов позволяет создать принципиально иной «накопитель» заряда — конденсатор.

Электроемкость конденсатора. В общем случае конденсатор представляет собой два близко расположенных проводящих тела, называемые обкладками конденсатора. Для конденсаторов определение емкости несколько видоизменяется по сравнению с емкостью уединенного проводника. **Электроемкостью конденсатора называется отношение заряда одной из обкладок к разности потенциалов между обкладками:**

$$C = \frac{Q}{\Delta\varphi}. \qquad (4)$$

Гидромеханический аналог — «емкость» сосуда. Для построения механического аналога электроемкости и теплоемкости выделим общие моменты, позволяющие ввести рассматриваемые характеристики тел. Телу извне сообщается некоторая величина (назовем ее обобщенный объем) ΔX, при этом некоторая характеристика состояния тела (назовем ее обобщенный потенциал) изменяется на величину Δx. Отношение этих величин оказывается независящим от ΔX, поэтому это отношение является характеристикой тела, которая называется «емкостью».

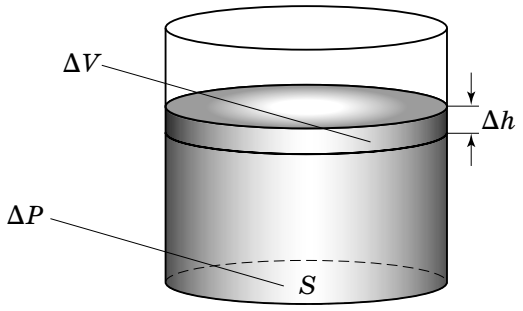


Рис. 2

Итак, некоторую жидкость необходимо во что-то влить — будем мысленно вливать обыкновенную воду в обыкновенный очень высокий сосуд, расположенный вертикально в поле тяжести. Характеристикой вливаемой величины можно считать объем налитой жидкости ΔV, что будет являться аналогом электрического заряда в электростатике, или аналогом количества теплоты в тепловых процессах. Если считать сосуд очень высоким, то на первый взгляд кажется, что в этот сосуд можно налить сколько угодно жидкости. Однако количество налитой жидкости может быть ограничено, например, прочностью сосуда. При достижении некоторого предельного давления сосуд может разрушиться. Поэтому, следует ввести некоторую характеристику нашего сосуда, определяющую его возможность накапливать жидкость. Изменение давления на дно сосуда ΔP пропорционально количеству налитой жидкости Δm, следовательно, их отношение является постоянным и является характеристикой сосуда, которую мы назовем емкостью:

$$C = \frac{\Delta V}{\Delta P}. \qquad (6)$$

Для вертикально цилиндрического сосуда согласно введенному определению (6) емкость рассчитывается следующим образом

$$C = \frac{\Delta V}{\Delta P} = \frac{S\Delta h}{\rho g \Delta h} = \frac{S}{\rho g}, \qquad (7)$$

где ρ — плотность наливаемой жидкости, S — площадь его поперечного сечения. В данном определении емкость сосуда зависит от вида наливаемой жидкости (ее плотности), что может вызвать некоторые возражения. Но, во-первых, можно договориться наливать строго определенную жидкость (например, воду) — «теплород» тоже одинаков для всех тел. Во-вторых, в ранее определенных «емкостях» также присутствуют не только характеристики тел, так в определение электроемкости шара входит диэлектрическая проницаемость среды. Наконец, в определении емкости (6) можно заменить объем на массу налитой жидкости, в этом случае плотность уйдет из формулы (7), правда, останется ускорение свободного падения. Поэтому возникнет возражение — «как это емкость сосуда зависит от того, где

⊙ Любое распространение материалов журнала, в т.ч. архивных номеров, возможно только с письменного согласия редакции.

этот сосуд находится — на Земле или на Марсе!»

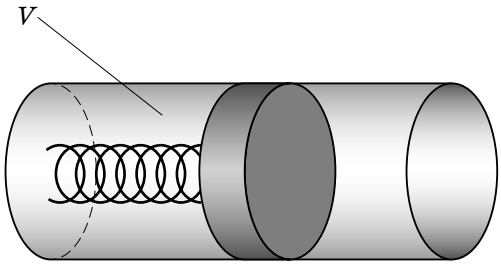


Рис. 3

В этом случае можно изменить само устройство — «накопитель» жидкости. Существенно, что изменение давления внутри должно быть пропорционально изменению ее объема. Чтобы не привлекать действия внешней силы тяжести, можно отправиться на космическую станцию, а «источник» давления» поместить внутрь самого объема. Например, считать сосуд резиновым. Можно даже сконструировать сосуд, в котором одна из стенок подвижна и подпружинена. В этом сосуде в состоянии равновесия давление во всех точках одинаково. Изменение давления определяется деформацией пружины. Емкость (в смысле определения (6)) этого сосуда рассчитывается следующим образом:

$$C = \frac{\Delta V}{\Delta P} = \frac{S\Delta x}{k\Delta x / S} = \frac{S^2}{k}. \qquad (8)$$

Далее будем использовать эту модель. Для простоты будем пренебрегать длиной пружины в недеформированном состоянии, тогда давление жидкости будет пропорционально ее объему.

На этом подготовительный этап можно считать завершенным. Итак, мы имеем четыре определения «емкости»: электроемкости уединенного проводника и конденсатора, теплоемкости тела, емкости сосуда. Общим для всех этих величин является определение

$$C = \frac{\Delta X}{\Delta x}. \qquad (9)$$

Для дальнейшего существенны два обстоятельства: первое — изучаемую систему мы рассматриваем в состоянии равновесия; второе — изменение некоторой характеристики рассматриваемой системы Δx пропорционально[4] изменению ее содержимого ΔX. Обратим особое внимание, что рассматриваются принципиально различные физические процессы, поэтому в формулах для емкостей различных систем (3), (5), (7), (8) трудно найти какие-либо аналогии.

Соединение «емкостей»

В программы курса физики традиционно входят такие вопросы, как соединение конденсаторов, соединение резисторов, возможно, соединение источников тока. Рассмотрим данную проблему для емкостей некоторых устройств.

Общая электроемкость нескольких проводников. Соединим несколько проводящих тел, электроемкости которых равны $C_1, C_2, C_3...$, проводниками (установим электрический контакт). В каком смысле следует говорить об общей емкости этих тел C_0? Иными словами, можно ли заменить систему тел одним телом с электроемкостью C_0?

Сообщим системе тел электрический заряд q_0, который распределится некоторым образом по отдельным телам, которые приобретут заряды $q_1, q_2, q_3...$ (рис. 4). После установления равновесия потенциалы всех тел станут равными

$$\varphi_1 = \varphi_2 = \varphi_3 = \varphi_0. \qquad (10)$$

Следовательно, общую емкость можно определить как отношение суммарного заряда, полученного системой, к ее потенциалу (или его изменению)

[4] Впрочем, это ограничение можно снять: напрмер, электроемкость конденсатора может изменяться при изменении напряжения (такие устройства существуют и называются варикап), теплоемкость системы также может зависеть от температуры, емкость сосуда в определении (7) также может быть переменной, если заменить цилиндрический стакан на хрустальный фужер.

⊙ Любое распространение материалов журнала, в т.ч. архивных номеров, возможно только с письменного согласия редакции.

$$C_0 = \frac{q_0}{\varphi_0}. \qquad (11)$$

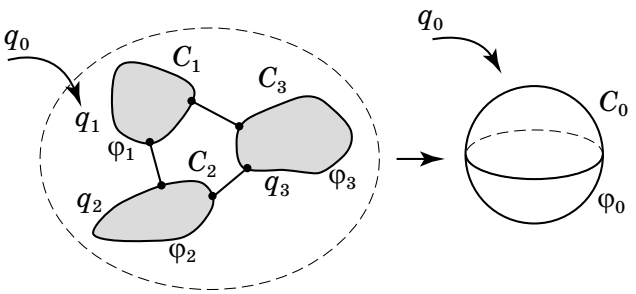


Рис. 4

Мысленно сообщим заряд q_0 некоторому одному телу, такому, чтобы его потенциал стал равным φ_0. Тогда можно говорить, что емкость рассматриваемой системы равна емкости этого тела. Чтобы найти суммарную емкость, следует воспользоваться условием сохранения (или просто аддитивности) электрического заряда:

$$q_0 = q_1 + q_2 + q_3. \qquad (12)$$

Если разделить это выражение на общий для всех тел потенциал φ_0, то получим формулу для общей электроемкости

$$C_0 = C_1 + C_2 + C_3. \qquad (13)$$

Теперь можно найти и как распределятся заряды между телами системы. Так как потенциалы одинаковы, а заряды тел пропорциональны их емкостям $q_i = C_i\varphi_0$, то и распределение сообщенного заряда будет пропорционально емкостям:

$$q_i = q_0 \frac{C_i}{C_1 + C_2 + C_3}. \qquad (14)$$

Общая теплоемкость нескольких тел. Можно почти дословно повторить рассуждения предыдущего раздела: приведем несколько тел, теплоемкости в тепловой контакт…, сообщим им некоторое количество теплоты Q_0, после достижения теплового равновесия температуры всех тел выровняются…, поэтому теплоемкость системы C_0 согласно определению $C_0 = \frac{Q_0}{\Delta T}$ … используем условия сохранения количества теплоты $Q_0 = Q_1 + Q_2 + Q_3 \ldots$, откуда следует, что $C_0 = C_1 + C_2 + C_3 \ldots$. Если все тела изготовлены из одного материала, то возможность суммирования теплоемкостей следует из возможности суммирования их масс.

Чтобы найти, каким образом распределится полученная теплота между телами системы, в формуле (14) достаточно заменить q на Q.

Общая емкость сосудов. Полученные выводы о суммарной емкости легко проиллюстрировать с помощью механической аналогии. Соединим два вертикальных сосуда с помощью трубки и вольем в них объем жидкости V_0. Все сделанные выводы об «общей» емкости и распределении жидкости по сосудам непосредственно следуют из геометрии. Условие равновесия (в данном случае равенство давлений на дно сосудов) равносильно утверждению о том, что жидкость в сосудах будет находиться на одном уровне. Так как емкости таких сосудов согласно формуле (7) пропорциональны площади их оснований, то вывод о суммировании емкостей следует из очевидной возможности суммирования площадей поперечных сечений.

Однако физическое рассмотрение «соединения сосудов» является более обобщенным. Действительно, соединим два сосуда, один вертикальный, второй с подпружиненным поршнем, и вольем в них порцию жидкости объемом V_0. В этом случае геометрические соотношения не позволяют найти, как эта жидкость распределится по сосудам. Решение задачи дает физический подход:

– в состоянии равновесия давление во втором сосуде будет равно давлению на дно первого сосуда:

$$P_1 = P_2; \qquad (15)$$

– суммарный объем жидкости в обоих сосудах равен объему налитой жидкости:

$$V_0 = V_1 + V_2; \qquad (16)$$

– согласно определению объем жидкости в сосуде пропорционален ее давлению и емкости сосуда:

⊙ Любое распространение материалов журнала, в т.ч. архивных номеров, возможно только с письменного согласия редакции.

$$\begin{cases} V_1 = C_1 P_1 \\ V_2 = C_2 P_2 \end{cases}. \qquad (17)$$

Из этих выражений следует ответ задачи:

$$\begin{cases} V_1 = V_0 \dfrac{C_1}{C_1 + C_2} \\ V_2 = V_0 \dfrac{C_2}{C_1 + C_2} \end{cases}. \qquad (18)$$

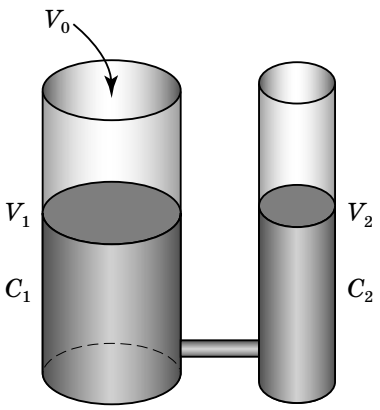


Рис. 5

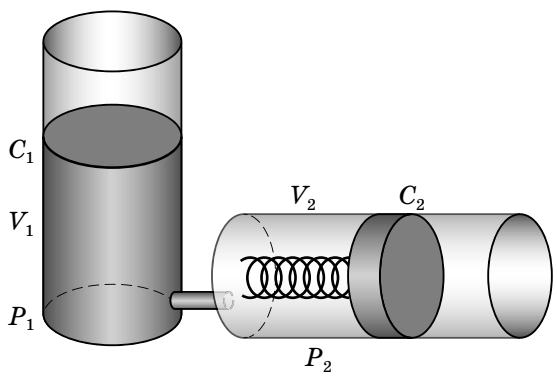


Рис. 6

Запасенная энергия

Энергия является настолько всеобщим физическим понятием. К сожалению, во многих случаях расчет энергии является сложной задачей, во многом потому, что решается она достаточно абстрактно, без наглядных примеров. С этой целью рассмотрим расчет энергии, запасаемой в «емкостях».

Расчет энергии заряженного тела и жидкости в сосуде. Чтобы зарядить проводник, необходимо совершить работу, поэтому энергия заряженного тела может быть рассчитана как работа, совершенная при его зарядке.

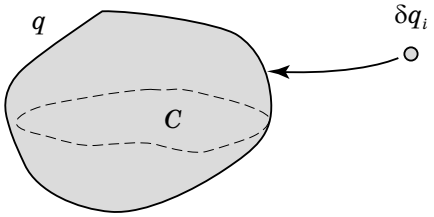


Рис. 7

Будем считать, что мы заряжаем уединенный проводник емкости C малыми порциями заряда δq_i. Если изначально проводник не заряжен, то перенос первой порции заряда не требует совершения работы, так как этому переносу ничто не препятствует. Если же на проводнике имеется некоторый заряд q, то для переноса порции заряда следует преодолеть силы электростатического отталкивания, то есть совершить работу. По определению потенциала, работа необходимая для переноса порции заряда δq_i

$$\delta A_i = \varphi \delta q_i, \qquad (24)$$

где $\varphi = \dfrac{q}{C}$ — потенциал тела, имеющего заряд q. По мере накопления заряда на проводнике для переноса каждой следующей порции следует совершать большую работу. Для вычисления суммарной работы по переносу на проводник суммарного заряда q следует просуммировать величины δA_i. Такое суммирование может быть выполнено различными способами. Например, графически, как площадь под линейным графиком зависимости $\varphi(q)$. Результат такого суммирования хорошо известен:

$$A = W = \frac{q^2}{2C}. \qquad (25)$$

Метод расчета может быть проиллюстрирован с помощью гидромеханической аналогии. Допустим, мы хотим закачать

⊙ Любое распространение материалов журнала, в т.ч. архивных номеров, возможно только с письменного согласия редакции.

некоторый объем жидкости V в сосуд с подпружиненным поршнем с помощью обычного поршневого насоса. Подсчитаем работу, которую необходимо совершить, чтобы произвести такую накачку.

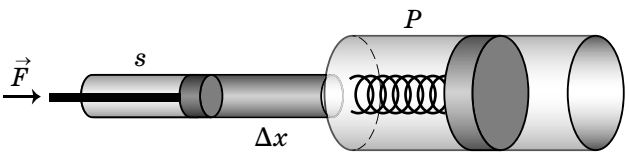


Рис. 8

Если в сосуде уже находится жидкость под давлением $P = \frac{V}{C}$, то для смещения поршня насоса следует приложить силу, достаточную для того, чтобы преодолеть силу давления жидкости в сосуде $F = Ps$ (s — площадь этого поршня). При смещении поршня на малое расстояние Δx в сосуд будет закачан объем жидкости, равный $\delta V = s\Delta x$ и совершена работа

$$\delta A = F\Delta x = Ps\Delta x = P\Delta V = \frac{V}{C}\Delta V. \quad (25)$$

Полная работа (и равная ей энергия сосуда) получается в результате суммирования выражений (25). Очевидно, что эта сумма будет равна

$$A = W = \frac{V^2}{2C}, \quad (26)$$

что аналогично формуле для энергии заряженного тела (25).

Подставим в полученное выражение значение ранее рассчитанной емкости сосуда (8):

$$W = \frac{V^2}{2C} = k\frac{V^2}{2S^2} = \frac{kl^2}{2}, \quad (26)$$

где $l = \frac{V}{S}$ — длина деформированной пружины. Таким образом, мы получили очевидные результат: энергия сосуда есть энергия деформированной пружины.

Полученная формула (26) применима и к первой модели сосуда (вертикальный сосуд в поле тяжести). В этом случае подстановка выражения для его емкости (7) в формулу для энергии (26) приводит к результату

$$W = \frac{V^2}{2C} = \rho g\frac{V^2}{2S} = \rho Vg\frac{V}{2S} = mg\frac{h}{2} = mgh_C. \quad (27)$$

Здесь $h = \frac{V}{S}$ — высота уровня жидкости в сосуде, а $\frac{h}{2} = h_C$ — высота центра масс жидкости. Результат более чем очевидный — энергия жидкости есть ее энергия в поле тяжести.

Изменение энергии конденсатора при изменении его емкости. Рассмотрим известную задачу, для пояснения которой полезно использовать гидравлическую аналогию.

Задача 2. Пусть плоский конденсатор емкости C_0 подключен к источнику постоянного напряжения U. После полной зарядки конденсатора его пластины раздвинули так (при подключенном источнике), что расстояние между ними увеличилось в два раза. Требуется найти изменение энергии конденсатора в процессе раздвигания пластин [**4**, с. 136].

Решение. Будем считать, что пластины конденсатора раздвигают. Напряжение между пластинами остается постоянным, поэтому для расчета энергии необходимо использовать формулу

$$W = \frac{CU^2}{2}. \quad (30)$$

Так как емкость конденсатора уменьшилась в два раза, то и его энергия также уменьшилась в два раза. Возникает парадокс: при раздвигании пластин необходимо совершать работу, поэтому энергия системы также должна возрасти. Разрешение парадокса кроется в упомянутом слове «система». В этом случае конденсатор подключен к источнику напряжения, поэтому

⊙ Любое распространение материалов журнала, в т.ч. архивных номеров, возможно только с письменного согласия редакции.

сам конденсатор не является замкнутой системой. При уменьшении емкости заряд конденсатора также уменьшается, следовательно, часть заряда конденсатора уходит в источник — раздвигая пластины, мы заряжаем источник! В этом случае баланс энергии сходится: работа, совершенная при смещении пластин, плюс уменьшение энергии конденсатора в точности равно работе по перемещению заряда внутрь источника.

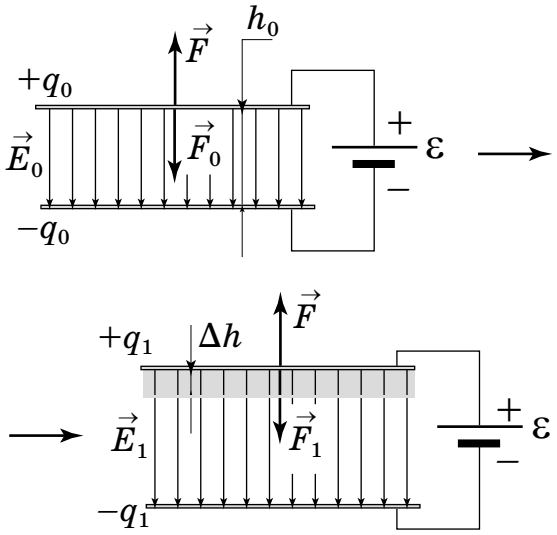


Рис. 9

Пояснение преобразований энергии в рассмотренных двух случаях может быть дано на основании гидромеханической аналогии. Для построения гидродинамической аналогии рассмотренных процессов изменения емкости заряженных конденсаторов необходимо сконструировать аналог переменного конденсатора. Аналогом переменного конденсатора может служить сосуд, одна из стенок которого подвижна[5]. При *уменьшении* площади сосуда *уменьшается* его «емкость». В рассмотренных электростатических примерах, наоборот, *уменьшению* емкости конденсатора соответствует *увеличение* расстояния между его пластинами.

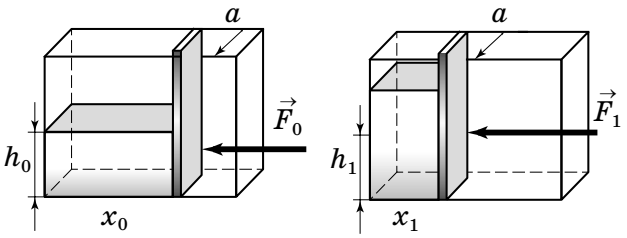


Рис. 10

Пусть в сосуде находится некоторый объем жидкости, уровень которой равен h_0. Чтобы сместить подвижную стенку, к ней необходимо приложить некоторую внешнюю силу F. Если объем жидкости в сосуде сохраняется, то при смещении стенки ее уровень повышается, следовательно, увеличивается ее энергия.

Можно показать, что увеличение потенциальной энергии жидкости равно работе внешней силы. Эта сила равна произведению среднего давления жидкости на подвижную стенку $\langle p\rangle = \frac{1}{2}\rho g h$ на площадь соприкосновения ее с жидкостью ah. Кроме того необходимо использовать условие постоянства объема жидкости $hax = V \Rightarrow h = \frac{V}{xa}$. В итоге для силы получим следующее выражение

$$F = ha\cdot\langle p\rangle = ha\rho g\cdot\frac{h}{2} = \\ = a\rho g\cdot\frac{1}{2}\left(\frac{V}{xa}\right)^2 = \frac{\rho g V^2}{2a}\cdot\frac{1}{x^2}. \qquad (16)$$

Эта сила переменна, поэтому для вычисления работы необходимо либо рассматривать малые смещения, либо использовать аналогию с Законом Кулона — ведь и здесь сила обратно пропорциональна расстоянию [4]!

Если конденсатор подключен к источнику постоянной ЭДС, то напряжение между его обкладками поддерживается постоянным. В гидростатической аналогии необхо-

[5] Придется заменить круговой цилиндр на параллелепипед — аквариум с подвижной стенкой, потому что у цилиндра трудно найти «одну из стенок»!

⊙ Любое распространение материалов журнала, в т.ч. архивных номеров, возможно только с письменного согласия редакции.

димо в этом случае говорить о постоянной высоте уровня жидкости в сосуде. В качестве устройства, поддерживающего постоянный уровень, следует использовать наш гидравлический аналог ЭДС — насос, поддерживающий постоянное давление. При смещении подвижной стенки в этом случае внешняя сила также совершает положительную работу, но потенциальная энергия жидкости в сосуде уменьшается, так как уменьшается ее объем при неизменной высоте уровня. Под действием этой внешней силы часть жидкости из сосуда заталкивается в резиновую грушу, при этом энергия последней возрастает. Увеличение ее энергии равно сумме работы внешней силы и уменьшения потенциальной энергии жидкости в сосуде.

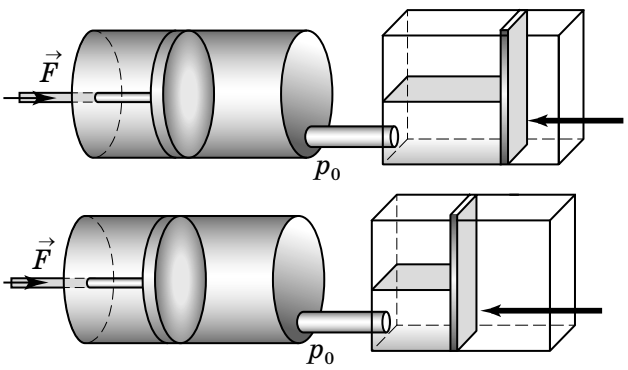


Рис. 11

Сравниваем: при постоянном уровне жидкости в сосуде (*напряжении конденсатора*) уменьшение площади дна (*емкости конденсатора*) под действием внешней силы приводит к возвращению части жидкости (*электрического заряда*) в резиновый сосуд, поддерживаемый при постоянном давлении (*источник постоянной ЭДС*). При этом увеличение энергии жидкости в резиновом сосуде постоянного давления (*источника ЭДС*) равно сумме работы внешней силы и уменьшения потенциальной энергии жидкости в сосуде (*энергии конденсатора*).

Таким образом, сделаем некоторые выводы по поводу проводимых исследований:

1) в статье рассмотрены возможности использования метода аналогий между электростатикой и гидростатикой, а также частично теорией тепловых явлений для пояснения некоторых понятий, уравнений и традиционных задач электростатики;

2) рассматриваемые аналогии доведены до полного совпадения уравнений и формул;

3) устанавливаются аналогии между электроемкостью и теплоемкостью,

4) если все тела изготовлены из одного материала, то возможность суммирования теплоемкостей следует из возможности суммирования их масс;

5) приводятся аналоги устройств (конденсатор и насос), которые запасают энергию.

Литература

1. *Карцев В.Л.* Приключения великих уравнений. — М.: Знание, 1986. — 288 с.

2. *Каменецкий С.Е.* Теория и методика обучения физике в школе: общие вопросы: учеб. пособие для студ. пед. вузов. — М.: Академия, 2000. — 384 с.

3. *Мощанский В.Н., Савелова Е.В.* История физики в средней школе. — М.: Просвещение, 1981. — 205 с.

4. *Слободянюк А.И.* Физика для избранных. Часть 3: Магнитостатика. Электродинамика. Теория колебаний / А.И. Слободянюк; Минск: Белорус. ассоц. «Конкурс», 2011. — 448 с.

⊙ Любое распространение материалов журнала, в т.ч. архивных номеров, возможно только с письменного согласия редакции.

Проблеме включения деятельности в содержание образования всегда уделялось большое внимание, которое в концентрированном виде выражено в психолого-дидактическом принципе активности. На его реализацию направлены работы выдающихся отечественных психологов: П.Я. Гальперина, А.Н. Леонтьева, В.В. Давыдова и др., их труды получили свое развитие в приложении к практическим вопросам обучения, не говоря уж о том, что в основе ФГОС лежит системно-деятельностный подход.

В то же время можно выделить три главные причины, затрудняющие сделать этот подход фактом массовой педагогической практики. Одна из них — трудность преобразования сложных педагогических конструкций в конкретные методики, другая — нехватка времени. Третья причина заложена в нормативной базе: в период до ФГОС можно было организовывать изучение физики как на деятельностной основе, так и на традиционной. В первых редакциях закона «Об образовании» существовала норма: «методика не подлежит экспертизе». Теперь ситуация изменилась: в соответствии с действующим стандартом идея деятельности как ведущего критерия отбора содержания образования закреплена на законодательном уровне.

В 2017–2018 уч. г. планируется всеобщий переход на ФГОС для седьмых классов. Поэтому освоение деятельностных технологий обучения физике — одно из самых актуальных направлений работы учителей в рамках подготовки к штатному переходу на новый стандарт.

Изучение равномерного движения в VII классе

⊙ Любое распространение материалов журнала, в т.ч. архивных номеров, возможно только с письменного согласия редакции.

ОБУЧЕНИЕ УЧАЩИХСЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Д.А. Ивашкина, к.физ.-мат.н., учитель физики, МАОУ «Лицей города Троицка»;
ivashkina.diana@gmail.com

D.A. Ivashkina, Cd.P.-M.Sc., a teacher of physics, MADEI «Lyceum of the city of Troitsk»;
ivashkina.diana@gmail.com

Ключевые слова: деятельностный подход, исследование, учебная деятельность, физическое явление, физический эксперимент

Key words: activity approach, investigation, learning activity, physical phenomenon, physical experiment

Раскрыты основные виды исследовательской деятельности учащихся на уроках, связанных с физическим экспериментом, которые отвечают требованиям ФГОС

Basic types of an exploratory activity of the students at the lessons related to the physical experiment, which follow FSES requirements, are disclosed

Если внимательно рассмотреть умения, предметные и метапредметные, которые должны являться результатами обучения физике в соответствии с ФГОС, то можно выделить действия, относящиеся напрямую к физическому эксперименту. Это умения, прописанные с ключевыми сочетаниями типа: проводить эксперименты, обнаруживать зависимости между физическими величинами, обрабатывать результаты измерений, оценивать границы погрешностей результатов измерений и выводить из экспериментальных фактов физические законы, планировать и выполнять эксперименты, объяснять полученные результаты и делать выводы [**1**]. Все эти действия являются частью исследовательского физического эксперимента, т.е. деятельности, аналогичной деятельности ученого-физика.

ФГОС устанавливает в качестве основного подхода к обучению системно-деятельностный подход [**2**], а фундаментальное ядро содержания основного общего образования поясняет, что использование системно-деятельностного подхода должно базироваться на идеях Л.С. Выготского, А.Н. Леонтьева, Д.Б. Эльконина, П.Я. Гальперина и др. [**3**]. Обучение деятельности возможно только в ходе выполнения этой деятельности учащимися, причем не просто индивидуальной, а совместной, коллективной. Этот факт приводит к необходимости исследовательской деятельности учащихся на уроке физики.

Исследование как физический эксперимент проводится с целью приобретения нового знания, это также согласуется с одним из планируемых результатов стандарта: «*освоенные виды деятельности по получению нового знания в рамках учебного предмета*» [**2**].

В связи с этим у учителя должны возникнуть два основных вопроса: о каких видах деятельности по получению нового знания идет речь, и как эти виды деятельности должны быть учащимися освоены. Понятно, что осваиваемая деятельность должна быть, во-первых, доступна для понимания учащимся, во-вторых, должна содержать те действия, о которых шла речь выше. Кроме того, должна быть предусмотрена возможность многократного повторения этой деятельности на уроках.

В настоящей статье речь пойдет о двух видах исследовательской деятельности учащихся на уроках, связанных с физическим экспериментом, которые отвечают всем этим требованиям.

Первый вид деятельности будем называть так, как он назван в работах С.В. Анофриковой [**7**]: *«создание понятия о физическом явлении»*. Поскольку под словом «понятие» в русском языке понимается и знание, отражающее совокупность суще-

⊙ Любое распространение материалов журнала, в т.ч. архивных номеров, возможно только с письменного согласия редакции.

ственных свойств предметов окружающего мира, выделенных в результате аналитической работы, и термин, которым это знание обозначается, уточним, что здесь это слово употребляется в первом значении. Понятие о физическом явлении означает:

- совокупность общих признаков изучаемого явления, по которым оно может быть выделено среди других явлений;
- деятельность, которая не только включает в себя исследование явления, т.е. проведение экспериментов, направленных на выделение и обобщение этих признаков, но и обнаружение ситуации, в которой такое исследование необходимо, постановку цели исследования, а также обобщение результатов и формулирование определения для термина, которым обозначается изучаемое явление.

Второй вид деятельности — *выявление устойчивых связей и соотношений между физическими величинами* — также включает в себя всю совокупность действий по получению факта о наличии таких связей: обнаружение ситуации, в которой требуется подобное исследование, формулирование цели исследования и т.д. Кратко этот вид деятельности будем называть *«открытием» закона*, понимая под физическим законом информацию о наличии устойчивых связей и отношений между величинами.

На второй вопрос: как эти виды деятельности могут быть усвоены учащимися, отвечает *теория поэтапного формирования умственных действий* П.Я. Гальперина [4–6].

1. О теории поэтапного формирования умственных действий

Об умственных действиях. В психологии различают идеальные и материальные действия. Идеальные действия, т.е. действия, которые мы производим в поле восприятия, в речевом плане или в уме, являются производными от внешних, предметных, материальных действий, которые «пересаживаются в человеческую голову» и во время этой «пересадки» и дальнейшего функционирования в голове человека претерпевают закономерные изменения, в результате чего становятся идеальными действиями [4].

Каждое отдельное действие человека состоит из двух основных частей: из ориентировочной и исполнительной. При этом ориентировочная часть, собственно, и управляет действием.

Виды деятельности, которые ученик должен освоить на уроке, как правило, умственные, внутренние действия. Внешним действием является, например, письмо в своей двигательной части. Но у него есть ориентировочная часть, которая у ребенка, который учится писать, очень развернута, содержит много ориентировочных сведений и правил, а потом сворачивается, уходит внутрь, превращается в умственное действие и процесс письма становится для ребенка привычным действием. Также внешними действиями являются, например, монтаж электрической схемы, построение графика или запись показаний приборов. Но процесс обучения этим действиям требует усвоения их ориентационной части. Именно эта часть переходит в умственный план, а исполнительная часть продолжает при этом оставаться предметной, материальной, внешней.

Об ориентировочной основе действия. Согласно П.Я. Гальперину [4] в тех случаях, когда какое-либо действие оказалось не усвоенным учеником, например, он выполняет его медленно или получает неправильный результат, выяснялось, что неправильной была сама последовательность выполнения этого действия. В процессе усвоения действия ученик создавал свою неправильную последовательность шагов, которую, в конечном счете, и усваивал.

Оказывается, можно создать условия, при которых ребенок не может не усвоить данное действие. Для этого ученики должны следовать определенному плану, выполнять все необходимые шаги, чтобы полу-

⊙ Любое распространение материалов журнала, в т.ч. архивных номеров, возможно только с письменного согласия редакции.

чить предсказанный конечный результат. Такой план называется схемой ориентировочной основы действия. Более сложная деятельность может состоять из нескольких действий. В таком случае необходима схема ориентировочной основы *деятельности*. В ходе выполнения деятельности будут усвоены и отдельные действия.

Если дать ученику схему действий в конкретной ситуации, то в другой ситуации он не сможет осуществить похожую деятельность. Поэтому такая схема должна быть максимально обобщена. Такую схему можно назвать *обобщенной схемой деятельности*. Но общая схема не может быть усвоена, поскольку она абстрактна. Только в применении этой общей схемы к конкретным ситуациям деятельность может быть усвоена. А значит, необходимы систематически подобранные упражнения — познавательные задачи, для решения которых учащимся придется эту обобщенную схему конкретизировать.

О поэтапном формировании умственных действий. Итак, как организовать усвоение действия, используя схему ориентационной основы этого действия «по Гальперину»? Процесс усвоения действия в умственной форме проходит в несколько этапов [**4, 5**].

Этап **формирования действия в материальной** (материализированной) **форме**. Здесь субъект осуществляет ориентировку и исполнение осваиваемого действия с опорой на внешние представленные компоненты схемы ориентировочной основы действия. В случае усвоения действия в материальной форме ученик выполняет действие руками: складывает на палочках при обучении счету, считает количество делений шкалы, отмечая их карандашом при обучении снятию показаний приборов. В случае материализованной формы объектом служит не сам предмет, а его заместитель, модель. Для учеников основной школы в качестве заместителя могут выступать изображение схемы действия: опорный конспект, учебная карта, давая необходимую зрительную опору.

Этап **громкой социализированной речи** (внешнеречевая форма). На этом этапе опора на внешне представленные средства постепенно замещается опорой на представленные в речи значения этих средств и действий. Речь начинает выступать в качестве основной опоры для выполнения действия. В качестве внешней речи может выступать письменная речь, ученик может проговаривать свои действия классу, группе или соседу по парте.

Этап **формирования действия во внешней речи «про себя»**. На этом этапе происходит постепенное исчезновение внешней, звуковой стороны речи; выполняемое действие остается внешним лишь в незначительном количестве ключевых моментов, по которым осуществляется контроль (как внешний, так и внутренний, самоконтроль). Основное же содержание переносится во внутренний, умственный план.

Этап **внутренней (скрытой) речи** (умственная форма) — заключительный этап. На этом этапе и оставшиеся моменты схемы уходят из сознания, оставляя в нем конечный результат — предметное содержание действия.

Таким образом, для усвоения конкретной деятельности в умственной форме надо предложить учащемуся достаточное количество упражнений (обычно 10–12). Первые несколько упражнений выполняются с опорой на схему деятельности и ориентировочные знания. Затем, в ходе деятельности, ученики проговаривают свои действия вслух (например, объясняют свои действия соседу по парте). Еще несколько упражнений необходимы для самостоятельного выполнения с проверкой результата. И, наконец, необходимы упражнения для контрольного выполнения.

Однако, даже при правильной организации процесса усвоения деятельности, наличии схемы и достаточного количества упражнений, деятельность может не быть

⊙ Любое распространение материалов журнала, в т.ч. архивных номеров, возможно только с письменного согласия редакции.

усвоенной учащимся, если его мотивация на усвоение этой деятельности недостаточна или отсутствует. В работе [6] указывается, что необходимая мотивация создается, если схема действия или деятельности создается самими учащимися, конечно, с помощью учителя.

Итак, каков же порядок действий учителя для организации освоения учащимися деятельности по созданию новых знаний?

Об исследовательской деятельности учащихся на уроке физики. Применение теории поэтапного формирования к обучению учащихся исследовательской деятельности связано с некоторыми проблемами. Во-первых, необходимы ясные и понятные ориентировочные основы действий для каждого из видов деятельности. Во-вторых, необходимо продумать систему, обеспечивающую усвоение учащимися данного вида деятельности, ведь уроки создания физического знания сильно разнесены в программе по времени. Поэтому приходится изменять структуру курса и разрабатывать системы познавательных задач (аналога упражнений для усвоения простого действия). *Познавательная задача* — это вопрос, в процессе поиска ответа на который приобретаются новые знания.

Для каждого вида деятельности должны быть подобраны свои уроки-упражнения. Конечно, трудно даже за учебный год подобрать 10–12 законов, которые учащиеся могут «открыть» экспериментально. Поэтому важно подобрать хотя бы 5–6 познавательных задач для начального выполнения нового вида деятельности. А затем, по мере необходимости и при изучении соответствующего материала организовывать выполнение этой деятельности снова и снова.

Итак, чтобы обучить определенному виду деятельности, необходимы следующие шаги.

1. Подобрать материал, на котором будет происходить обучение данному виду деятельности. Запланировать систему уроков для обучения учащихся данной деятельности [9, 10].

2. На 2–3 уроках выполнять новую деятельность вместе с учениками, следуя обобщенной схеме деятельности. При этом учитель побуждает учеников к действиям с помощью наводящих вопросов или постановки проблем. Ученики в этот момент со схемой пока не знакомы. Назовем этот этап *предварительным этапом* усвоения деятельности.

3. На одном из уроков, обобщив опыт выполнения деятельности, побудить учащихся к составлению общей схемы деятельности (*этап обобщения*). Предложить учащимся работать, следуя схеме, чтобы в дальнейшем они смогли самостоятельно выполнять данный вид деятельности, создать тем самым мотивацию на усвоение деятельности.

4. На следующем уроке предложить учащимся выполнять деятельность, конкретизируя обобщенную схему (*материализованный этап усвоения деятельности*).

5. Организовывать деятельность учащихся по выполнению данного вида деятельности по мере возможности и в дальнейшем (на подходящем учебном материале). Переходить по мере усвоения деятельности к следующим этапам (*этапу усвоения во внешнеречевой форме, во внутренней речи «про себя»* и т.д. Проводить контроль усвоения данной деятельности на каждом из этапов.

2. Содержание и схема деятельности по созданию понятия о явлении

Ориентировочные основы действий для исследовательской деятельности на уроках физики разработаны в работах С.В. Анофриковой [7] и ее учеников [8].

Важную роль в формировании научного мышления учащегося играет понимание структуры знаний о физическом явлении. Поэтому, прежде чем знакомиться с деятельностью по созданию понятия о физическом явлении, посмотрим, какие именно знания составляют понятие о любом физическом явлении.

Система знаний о физическом явлении

⊙ Любое распространение материалов журнала, в т.ч. архивных номеров, возможно только с письменного согласия редакции.

может быть представлена в виде структурной схемы (рис. 1) [6] и включает в себя следующие элементы: обобщенные знания о МО-I — материальном объекте, состояние которого меняется (*с которым и происходит явление*); обобщенные знания о МО-II — материальном объекте, воздействие которого на МО-I является причиной изменения его состояния; знания о том, как именно изменяется состояние МО-I (*чем отличаются начальное и конечное состояния*), в ряде явлений аналогичные знания об изменении состояния МО-II; знания об УВ — условиях взаимодействия объектов МО-I и МО-II. Обычно все эти знания являются признаками, которые мы указываем в определении понятия (термина), которым называется явление.

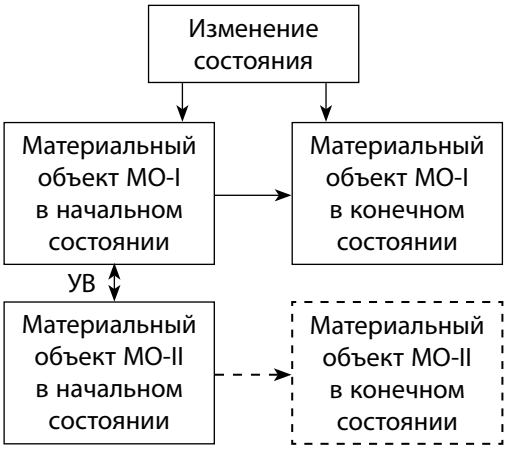


Рис. 1. Структурная схема понятия о физическом явлении (обозначения: МО-I — материальный объект, состояние которого меняется, МО-II — материальный объект, воздействие которого на МО-I является причиной изменения его состояния; УВ — условия взаимодействия объектов)

Приведем несколько примеров.

1. Конвекция — явление, заключающееся в перемещении (*изменение состояния*) неравномерно нагретых слоев жидкости или газа (МО-I и МО-II), находящихся в поле тяготения (*условия взаимодействия объектов*).

2. Диффузия — взаимное проникновение (*изменение состояния*) соприкасающихся (УВ) веществ (МО-I и МО-II) друг в друга.

3. Э/м индукция — явление возникновения электрического тока в замкнутом контуре (*изменение состояния контура* — МО-I) при изменении магнитного потока (*причина изменения — воздействие магнитного поля* — МО-II), пронизывающего его (УВ).

В отличие от тех знаний, которые содержатся в таких определениях, мы на уроке имеем дело с явлениями в единичных, конкретных ситуациях. Приведем соответствующие примеры тех же явлений.

1. Воздух от пламени свечи поднимается вверх.

2. От ватки, смоченной духами, распространяется запах.

3. При внесении магнита в катушку-моток гальванометр показывает наличие кратковременного тока.

Процесс создания понятия о явлении и должен восполнить отсутствующую информацию о явлении, т.е. должен включать в себя действия (постановку познавательных задач, эксперименты и выводы), позволяющие обобщить наши знания о новом явлении и сформулировать их в виде определения (если есть термин, обозначающий данное явление) и/или в виде научных фактов.

Для такого обобщения согласно схеме (рис. 1) мы должны задать следующие вопросы и ответить на них:

- с какими еще объектами может происходить данное явление?
- при воздействии каких еще объектов на данный объект (с которым происходит явление) может происходить данное явление?
- при каких еще условиях может происходить данное явление?

Приведем пример такого исследования на уроке.

Тепловые явления. Расширение тел при нагревании. Теплообмен.

Урок-исследование

Предварительные сведения: это первый

⊙ Любое распространение материалов журнала, в т.ч. архивных номеров, возможно только с письменного согласия редакции.

урок в восьмом классе. Учащиеся уже выполняли в VII классе деятельность по созданию понятия о явлениях диффузии и броуновского движения с помощью учителя. Для обобщения этот опыт небольшой. Поэтому учитель вводит структурную схему понятия о явлении (рис. 1), которая и помогает учащимся ориентироваться в ходе исследования. В дальнейшем опыт будет обобщен в виде схемы деятельности, которая приведена после сценария урока.

Данный урок может быть разделен на два, если после изучения явления расширения тел при нагревании обсудить вопрос о сущности этого явления, т.е. о том, какие процессы происходят в веществе на микроуровне. Тогда на втором уроке после изучения явления теплообмена можно ввести понятия количества теплоты и внутренней энергии. А можно все экспериментальные исследования провести на одном уроке, а на втором — заниматься теоретическим осмыслением выводов.

Учащиеся записывают тему урока «Тепловые явления». Названия двух новых явлений в начале урока им неизвестны. Их можно записать в тему потом, предварительно оставив строчку в названии. Так можно поступать всегда, когда урок посвящен исследованию и учитель не хочет «подсказывать» учащимся результат исследования.

Оборудование. В качестве фронтального оборудования используется оборудование набора «Тепловые явления» «ГИА-лаборатории».

На демонстрационном столе — термометр, колба с пробкой и трубкой, наполненная подкрашенной водой, монетка для нагревания и брусок с двумя вбитыми по размеру монетки гвоздиками, две свечки или спиртовки, чайник или кувшин (или термос) с горячей водой, кувшин с горячей водой и погруженными в нее цилиндрами.

На ученических столах — лотки с оборудованием из набора «Тепловые явления»: стакан с холодной водой, калориметр, баллоны шприцов с трубками (баллоны № 1 и 2), термометрическая трубка (рис. 2), термометр.

Рис. 2. Необходимое оборудование ГИА-лаборатории

⊙ Любое распространение материалов журнала, в т.ч. архивных номеров, возможно только с письменного согласия редакции.

Действия учителя	Действия учащихся
Мотивационный этап	
В VIII классе мы будем изучать тепловые, электромагнитные и оптические явления. Давайте начнем с тепловых явлений. Запишите тему урока: «Тепловые явления». А для начала вспомним, что называют физическим явлением (ФЯ)?	– Изменение состояния физического тела
Приведите примеры тепловых явлений	– Кипение воды, нагревание тела, …
Организация деятельности учащихся по определению новой физической величины	
Во многих явлениях, которые были названы, звучали слова «нагревание», «охлаждение». Можете ли вы дать определение понятию «нагревание»?	– Нагревание – это физическое явление, при котором температура тела повышается
Дайте определение понятию «температура».	– Температура – это физическая величина (ФВ) *…(дальше сформулировать не могут)*
Давая определение ФВ, мы всегда указывали свойство, которое она характеризует. Можете ли вы назвать свойство, которое характеризует температура?	– Степень нагретости? … Температура – ФВ, характеризующая степень нагретости тела…
Если мы встречали свойство тела, вещества или явления, которое могло проявляться с разной интенсивностью, мы предлагали способ количественной оценки этого свойства. Протяженность объектов вдоль одного направления мы измеряли линейкой и вводили ФВ «Длина». А быстроту движения тела мы оценивали отношением пройденного пути ко времени, называя новую ФВ «Скорость». Есть ли формула для оценки свойства нагретости тела?	– Нет
Для определения протяженности объектов формулы у нас тоже не было. И для оценки длительности явлений формулы тоже не было. Как мы поступали в таких ситуациях?	– Использовали прибор, например секундомер или часы. – Предлагали способ измерения
Организация деятельности учащихся по изучению явления расширения тела	
Можете ли вы предложить способ измерения температуры?	– Можно взять термометр
Мы пользуемся в быту температурной шкалой Цельсия. В ней за 0°С принята температура замерзания воды, а за 100°С – температура кипения воды. Этот интервал поделен на 100 частей. Такая часть и является единицей температуры – 1 градус Цельсия. О других шкалах поговорим позже. А вы могли бы изготовить термометр сами?	– В термометре используется жидкость, которая расширяется при нагревании. Надо взять тонкую трубку? – Надо знать, какую жидкость выбрать
Действительно,применение термометра основано на новом для нас ФЯ. Посмотрите, я берусь за кончик термометра рукой, и столбик подкрашенного спирта внутри термометра ползет вверх. Это явление следует изучить. Как это сделать?	*Не знают*

⊙ Любое распространение материалов журнала, в т.ч. архивных номеров, возможно только с письменного согласия редакции.

Формулирую исходную ситуацию: «Обнаружено новое ФЯ – расширение спирта в термометре при его нагревании». Предлагаю решить познавательную задачу (ПЗ): «Что это за явление?». Что мы должны знать о новом явлении, чтобы точно узнавать его по описанию и суметь его в случае необходимости воспроизвести. Итак, что это за явление? Как будем решать поставленную задачу? Когда мы изучим признаки, по которым мы сразу его узнаем, останется еще трудный вопрос, почему оно происходит». Все эти вопросы мы назвали познавательной задачей (ПЗ)	*Не знают*
Мы уже решали несколько раз такие ПЗ. Но каждый раз идеи и вопросы задавала вам я. Все это потому, что вы еще не очень хорошо представляете себе, что надо делать, когда вы встречаетесь с новым явлением, с какого бока к нему походить, как его исследовать. Вы изучаете физические явления не только для того, чтобы их знать, но главным образом для того, чтобы не растеряться, когда жизнь подкинет вам что-нибудь неожиданное. Вам надо иметь общие представления о явлении, т.е., говоря учеными словами, о «структуре понятия о ФЯ». Я поясню. Вы сказали, что ФЯ – это…	– …изменение состояния физического тела

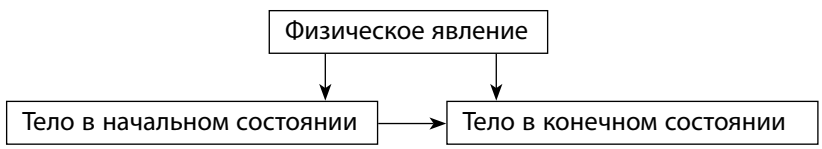
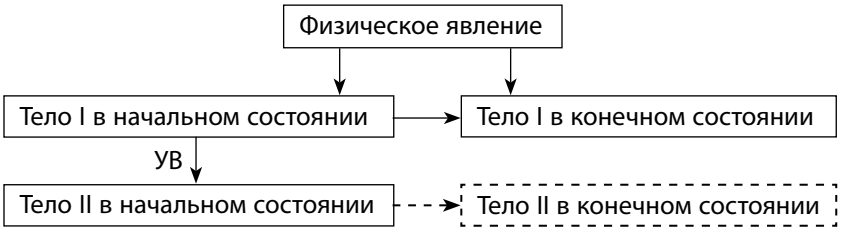


Рис. 3. Первое представление структурной схемы

Рисует и говорит: Чтобы изучить новое явление, т.е. создать систему знаний о новом явлении, мы должны указать, как изменяется состояние тела, т.е. его начальное и конечное состояния (рис. 3). Но это еще не все. Давайте вспомним другие явления, которые мы уже исследовали	– Диффузия, броуновское движение, изменение скорости тел при взаимодействии, выталкивание из жидкости легких тел…
Давайте дадим их определения. Обратите внимание на соблюдение логической схемы определения понятий	– Диффузия – это ФЯ, которое состоит в том, что одно вещество проникает в другое. – Броуновское движение – это ФЯ, которое состоит в том, что мелкие частицы в жидкости непрерывно «дрожат»

⊙ Любое распространение материалов журнала, в т.ч. архивных номеров, возможно только с письменного согласия редакции.

Какие еще общие черты вы видите в определении этих понятий?	– Второе тело, условия, при которых это ФЯ происходит
 **Рис. 4. Развитие представления о структурной схеме понятия о физическом явлении**	
Говорит и рисует: «Давайте добавим эти элементы в схему (рис. 4)». Тело, с которым происходит явление, назовем первым, а воздействующее – вторым. Иногда в определении говорится и о том, что происходит с воздействующим телом. Например, при диффузии оно тоже проникает в первое тело. При упругом воздействии тоже изменяет форму. Какие тела в нашем опыте являются первым и вторым? При каких условиях мы наблюдали расширение спирта?	*Затрудняются ответить.*
В вашем наборе для лабораторных работ есть оборудование, с которым вы можете точно повторить мой эксперимент. Найдите это оборудование и повторите эксперимент. А потом ответьте на вопрос о структурных элементах этого явления. У вас 2 минуты	*Выполняют опыт, отвечают на вопросы.* – Это тонкая трубка, как у термометра, только здесь шкала не в градусах. – Первое тело – это трубка со спиртом, второе – рука. – Нет, первое тело – спирт, он расширяется. А действует на него рука через стекло трубки. – Условия – при контакте? Но ведь рука не касается спирта?
Чтобы создать понятие о новом явлении, мы должны указать все структурные элементы понятия о явлении, причем в обобщенном виде, т.е. наиболее полно. Для этого, изучая диффузию, мы задавали вопрос: «Только ли в воздухе может происходить проникновение веществ (явление распространения запаха)?» Мы проверяли, возможно ли такое явление в воде. Какие вопросы можно сформулировать в нашей ситуации, если мы хотим создать понятие о явлении расширения тел?	– Только ли спирт расширяется при нагревании? – Только ли при воздействии рукой эти тела расширяются? – При каких еще условиях?
Каким методом можно решать эти ПЗ?	– Экспериментальным
Предложите идеи эксперимента для решения первой ПЗ: «Только ли спирт нагревается?».	– Надо нагреть другие тела. – Можно греть рукой воду. – Может, взять вещества в разных агрегатных состояниях?
Какого изменения состояния мы ожидаем?	– Расширения, изменения объема

⊙ Любое распространение материалов журнала, в т.ч. архивных номеров, возможно только с письменного согласия редакции.

Как будем фиксировать изменение объема?	– В случае воды – тонкая трубочка, в которой изменение уровня воды будет заметно. – В случае газа (воздуха) – замкнуть его в ограниченном объеме и тоже трубочкой. – В случае твердого тела – измерить размеры
Как будете проводить опыт с водой? Используйте баллоны, которые у вас есть в наборе	– Надо наполнить с помощью поршня баллон водой, но не полностью, чтобы потом в трубке осталось свободное место. Потом будем греть воду рукой через баллон
Как будете проводить опыты с водой и воздухом?	– В баллоне воздух уже есть. Может, набрать в баллон немного воды, чтобы ограничить воздух?
У вас в наборе есть баллон № 2 с неизменным объемом и трубкой. А кончик трубки можно поместить в воду. Тогда, если воздух будет расширяться …	…мы увидим пузырьки воздуха?
Все верно. Приступайте к эксперименту. Через пару минут жду выводы	*Проводят опыты. Делают выводы*: – Воздух расширился при нагревании. – Вода не расширяется
Значит ли это, что жидкости не расширяются?	– Может, другие жидкости расширяются? – Может, нагреть посильней?
Речь зашла о воздействующем теле – теле № 2 в нашей схеме. Решаем следующую ПЗ: только ли под воздействием руки расширяются тела? Какие будут предложения?	– Можно нагреть на огне. – Можно нагреть в горячей воде
С огнем можно работать только на демонстрационном столе. У меня есть колба с трубкой, наполненная подкрашенной водой. А какой эксперимент можно провести с твердым телом?	– Надо нагреть какое-нибудь тело на огне или в горячей воде и определить, как изменились его размеры
У меня есть монетка и два вбитых в брусок гвоздика (рис. 5). Монетка как раз проходит между гвоздиками. Приглашаю к демонстрационному столу экспериментатора. Он будет нагревать на огне свечи жидкость (колбу с водой), а я – монетку. Сделайте выводы	– Все тела расширяются при нагревании

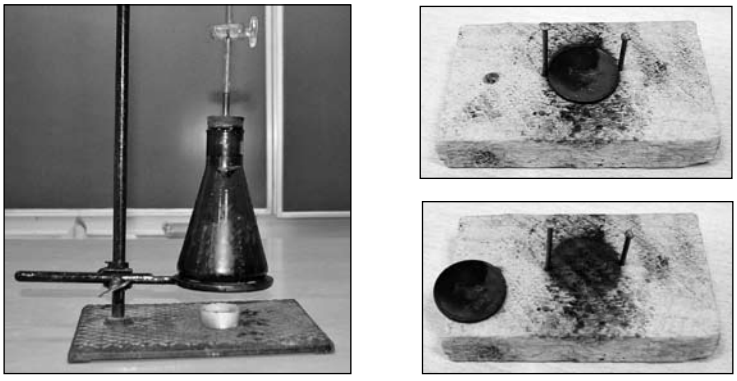


Рис. 5. Демонстрационное оборудование, используемое на уроке

⊙ Любое распространение материалов журнала, в т.ч. архивных номеров, возможно только с письменного согласия редакции.

Мы провели слишком мало экспериментов, чтобы сделать такой вывод. Но поверьте, ученые провели множество экспериментов, чтобы проверить это. Они сделали вывод о том, что за очень редким исключением все тела расширяются при нагревании. А как вы можете обобщить свои знания о воздействующем теле?	– Воздействующее тело должно быть горячим. – …более горячим
Запомните этот факт, он нам пригодится на следующем уроке. А что вы скажете насчет условий нагревания?	– При контакте с более горячим телом?
Вы же сами говорили, что непосредственного контакта, например, руки или более горячего тела с водой не было. Пока ограничимся формулировкой «при взаимодействии», а через урок-два займемся вплотную исследованием условий такого взаимодействия. А пока мы сделали с вами небольшое открытие. Применяя к изучению явления теплового расширения тел общие представления о любом физическом явлении, мы установили научный факт (НФ), который говорит о том, что практически все тела расширяются при нагревании. Запишите этот научный факт	*Записывают*
Пока мы обсуждали наши выводы, наши тела (вода в колбе, монетка, воздух в баллонах у вас на столах) охладились. Какой вывод можно сделать?	– Монетка снова проходит между гвоздиками. – Уровень воды в трубке на демонстрационном столе понизился. – В трубку от баллона вошла вода, значит, объем воздуха уменьшился. – Все тела уменьшают свой объем при охлаждении
Запишите и этот факт	*Записывают*
Организация деятельности учащихся по изучению явления теплообмена	
Итак, мы поняли, на каком явлении основано действие термометра, и наверно теперь сможем определить понятие «температура». Напоминаю, что в качестве способа количественной оценки ФВ мы можем назвать прибор. Дайте определение новой физической величины	– Температура – это физическая величина, характеризующая степень нагретости тела и измеряемая термометром, действие которого основано на явлении расширения тел при нагревании. Единица в системе СИ – градус Цельсия
Каким образом измеряют температуру?	– Надо приложить к телу термометр, подождать, пока температура перестанет изменяться, и снять показания
Измерь, пожалуйста, температуру горячей воды	*Один ученик измеряет температуру воды на демонстрационном столе*
Что ты наблюдаешь?	– Столбик термометра поднимается
То есть температура термометра повышается, он нагревается	– Уже нагрелся. Температура воды 46°С

⊙ Любое распространение материалов журнала, в т.ч. архивных номеров, возможно только с письменного согласия редакции.

Термометр нагревался, а что происходило с водой?	– Возможно, охлаждалась?
Как проверить это предположение?	– Налить совсем немного горячей воды и повторить опыт. – Но как мы узнаем, какая температура была у горячей воды сначала? – Может, используем вместо термометра другое более холодное тело, температуру которого мы сможем измерить термометром?
Итак, формулирую исходную ситуацию: обнаружено, что термометр нагревается при контакте с горячей водой. Это наше первое тело в соответствии со структурной схемой. Что является вторым телом, воздействующим?	– Горячая вода. Возможно, она охлаждается, – это ее изменение состояния
Какие ПЗ надо сформулировать?	– Только ли термометр нагревается при контакте с холодной водой? – Только ли горячая вода охлаждается при контакте с термометром или более холодным телом?
Давайте пока ограничимся этими ПЗ. Сложность действительно есть. Дело в том, что эффективно и быстро у нас получится измерять температуру только жидкости, т.е. воды. Поэтому предлагаю первому ряду решать первую ПЗ, а второму – вторую. Третий ряд будет решать сразу обе задачи. Итак, как можно решить первую ПЗ: только ли термометр нагревается при контакте с горячей водой?	– Надо влить холодную воду в горячую и посмотреть, как изменится температура холодной воды? – Но как мы узнаем, температуру какой воды мы измеряем? Вода же смешается?
Давайте вместо горячей воды возьмем горячее тело. У нас есть цилиндры, нагретые в горячей воде. Первый ряд, расскажите порядок ваших действий. Все опыты надо проводить в специальном сосуде – калориметре. Позже мы разберем, почему это необходимо.	– Мы нальем холодную воду в калориметр, измерим ее температуру. Затем опустим в воду горячее тело и посмотрим, будет ли меняться температура воды
Как будет второй ряд решать вторую ПЗ: мы хотели узнать, будет ли охлаждаться горячая вода при контакте с холодным термометром или другим холодным телом?	– Мы нальем в калориметр горячую воду, измерим ее температуру. Затем поместим холодный цилиндр в воду и будем смотреть, как будет изменяться ее температура
Ну а третьему ряду я предлагаю в качестве и первого и второго тела выбрать воду. Конечно, разной температуры. Как вы будете проводить эксперимент?	– А какую ПЗ нам надо решать? Надо выяснить, будет ли остывать горячая вода или будет ли нагреваться холодная? – В кувшине с горячей водой уже есть термометр, поэтому температуру горячей воды мы сможем узнать. Поэтому мы можем еще измерить температуру холодной воды и налить горячую воду в холодную. А потом посмотрим, как изменяется температура холодной воды. – А температура горячей изменяться разве не будет? А какую температуру мы будем измерять?

⊙ Любое распространение материалов журнала, в т.ч. архивных номеров, возможно только с письменного согласия редакции.

Возможно, в процессе опыта появятся новые вопросы или, наоборот, пропадут. Так что приступаем к экспериментам. Через 5 мин доложите о результатах. По одному человеку от каждой парты я попрошу подойти к столу и получить горячие цилиндры или горячую воду. Горячую воду я наливаю в ваши калориметры, будьте осторожны. За цилиндрами подходите тоже с калориметрами	*Выполняют эксперименты*
Я прошу закончить эксперименты. Сформулируйте частные выводы, не обобщая пока	– Холодная вода нагрелась после того, как в нее опустили горячий цилиндр. – Горячая воды остыла после опускания в нее холодного цилиндра. – Горячая вода остыла, а холодная нагрелась при смешивании воды. Получилось, что конечная температура одна для горячей и холодной воды
Для обобщения у нас пока мало фактов. Есть ли в вашем жизненном опыте примеры подобных явлений?	– Чтобы сделать подходящую температуру в ванной смешивают горячую и холодную воду. – Чтобы что-нибудь охладить, его помещают в холодную воду. – Кастрюля с водой нагревается на плите
Давайте попробуем обобщить ваш опыт и результаты экспериментов. Напоминаю, мы должны сказать, с какими телами и под действием каких тел происходит это явление	– При контакте более горячее тело охлаждается, а более холодное нагревается
Говорят «более горячее тело отдает тепло более холодному». А явление называют поэтому теплообменом. Что такое в этом смысле «тепло», нам еще предстоит выяснить. Попробуйте дать определение понятию «теплообмен»	– Теплообмен – это физическое явление, при котором более горячее тело отдает тепло и охлаждается, а более холодное – нагревается
Скажите, а когда теплообмен заканчивается?	– Когда температуры тел становятся равными? В опыте с горячей и холодной водой вся вода стала одной температуры
Все верно. Такое состояние тел, когда они имеют одинаковую температуру, называется состоянием теплового равновесия. Запишите определения теплообмена и теплового равновесия	*Записывают*
Мы не изучили еще условия, при которых происходит теплообмен. Но этим мы займемся на следующих уроках. Это будет задание для экспериментального исследования. Ну а еще у нас остались теоретические вопросы: в чем состоит сущность тех явлений, которые мы сегодня изучили. Что такое «тепло, теплота»? В чем состоит сущность изучаемых явлений, т.е. что происходит «внутри» вещества. Это – наш задача на следующий урок	

⊙ Любое распространение материалов журнала, в т.ч. архивных номеров, возможно только с письменного согласия редакции.

Заключительный этап урока	
Говорю: «Сформулируйте те знания, которые мы сегодня приобрели на уроке»	– Мы изучили явление расширения тел при нагревании. – Изучили и дали определение явлению теплообмена, состоянию теплового равновесия. – Дали определение новой физической величине «температура». Научились пользоваться термометром: надо дождаться, когда температура термометра больше не меняется, и снять показания
Учитель задает домашнее задание. Оно может быть творческим: изготовить газовый термометр (основанный на расширении воздуха), написать инструкцию по использованию термометра, найти и подготовить для презентации информацию о других температурных шкалах	

После двух-трех подобных уроков можно обобщить с учениками накопленный опыт и сформулировать в обобщенном виде познавательные задачи, которые следует решать в процессе исследования нового явления так, как это сделано ниже на рис. 6.

Рис. 6. Ориентировочная основа деятельности по исследованию явления (ИС — исходная ситуация), ПЗ — познавательная задача, МО-I, МО-II, УВ — как на рис. 1, ФЯ — физическое явление)

⊙ Любое распространение материалов журнала, в т.ч. архивных номеров, возможно только с письменного согласия редакции.

В этой схеме сформулирована исходная ситуация (ИС), в которой возникает необходимость исследовать явление, сформулирована общая (ПЗ) и частные (ПЗ № 1, 2, 3) познавательные задачи (т.е. вопросы, на которые надо ответить в ходе исследования, цель исследования). Кроме того, в схеме уже содержится идея эксперимента, включающая в себя важный принцип проведения эксперимента: в каждой серии экспериментов должен изменяться только один фактор, чтобы можно было сделать вывод о влиянии именно этого фактора на результат.

К сожалению, в школьном эксперименте это получается не всегда (см. сценарий урока), но лучше обговаривать сложности в конкретной ситуации, чем изменять общий принцип. Здесь же «расшифровывается» принцип обобщения выводов: сначала формулируется вывод для каждой из серии экспериментов, а затем общий вывод.

Хотя данная схема (рис. 2) и выглядит громоздкой, все ее шаги очень логичны и легко усваиваются учащимися. Кроме того, схема рис. 1 является для схемы рис. 2 оперативной и наглядной схемой деятельности. В сильных классах «материализованный» этап усвоения этой деятельности может происходить и вовсе без использования развернутой схемы деятельности (рис. 2).

Литература

1. Примерные программы основного общего образования. Физика (обсуждается) http://edu.crowdexpert.ru/subjects/subjects.

2. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования. (http://минобрнауки.рф/документы/543).

3. Фундаментальное ядро содержания общего образования. Под ред. В.В. Козлова, А.М. Кондакова. — М.: Просвещение, 2011.

4. *Гальперин П.Я.* Лекции по психологии: Учебное пособие для студентов вузов. — М.: Книжный дом «Университет»: Высшая школа, 2002.

5. *Гальперин П.Я.* Введение в психологию: Учебное пособие для вузов. — М.: «Книжный дом «Университет», 1999. — 332 с.

6. *Талызина Н.Ф.* Педагогическая психология: Учеб.пособие для студ. сред. пед. учеб. заведений. — М.: Издательский центр «Академия», 1998.

7. *Анофрикова С.В.* Азбука учительской деятельности, иллюстрированная примерами деятельности учителя физики. Часть 1. Разработка уроков. — М.: МПГУ, 2001.

8. *Попова О.Н.* Обучение учащихся выявлению устойчивых связей и отношений между физическими величинами. Дисс. канд. пед. наук. — М., 1999.

9. *Ивашкина Д.А.* Поэтапное обучение обработке экспериментальных данных // Физика-ПС. — М: Издательский Дом «Первое сентября», № 18–19/2007.

10. *Ивашкина Д.А.* Деятельностный подход на уроках физики: организация учебного исследования. Пособие для учителей. — М.: Илекса, 2014.

(*Окончание следует.*)

⊙ Любое распространение материалов журнала, в т.ч. архивных номеров, возможно только с письменного согласия редакции.

НА ЭКСКУРСИИ В МУЗЕЕ ИСТОРИИ ФИЗИКИ ФИЗИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА ТОМСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

И.Я. Филиппова, к.ф.-м.н., учитель физики ГБОУ СОШ № 138, г. Санкт-Петербург	**I.Y. Philippova,** Cd.P.-M.Sc., a teacher of physics in SBEI GES No.138, Saint-Petersburg
Ключевые слова: видеоанализ, видеосъемка, цифровые лаборатории	**Key words**: video analysis, video recording, digital laboratories
В статье представлена информация о музее истории физики физического факультета Томского университета	The article provides the information about the Museum of history of physics of the physics faculty of the Tomsk university

Томск — старейший в Сибири научный и образовательный центр с богатейшей историей, в котором в 1888 г. двери открыл первый университет, расположенный восточнее берегов Волги. Несмотря на то, что изначально в университете открылся только один факультет — медицинский, обучению будущих медиков физике через эксперимент было уделено большое внимание — были закуплены самые современные на тот момент приборы, организованы лаборатории для проведения практических работ. После открытия в 1917 г. физико-математического факультета отношение к преподаванию физики становится еще более серьезным. Думаю, закономерно, что именно в этом городе появился такой музей. Он был открыт 11 апреля 1985 г.

Чтобы попасть в музей, вам придется войти с Ленинского проспекта в Университетскую рощу, пройти мимо красивейшего главного здания университета. За ним располагается второй корпус. На третьем этаже в кабинете 317 вас гостеприимно встретят сотрудники музея истории физики.

Основа музея — коллекция, собранная

Главное здание Томского государственного университета. Открыто в 1888 г.

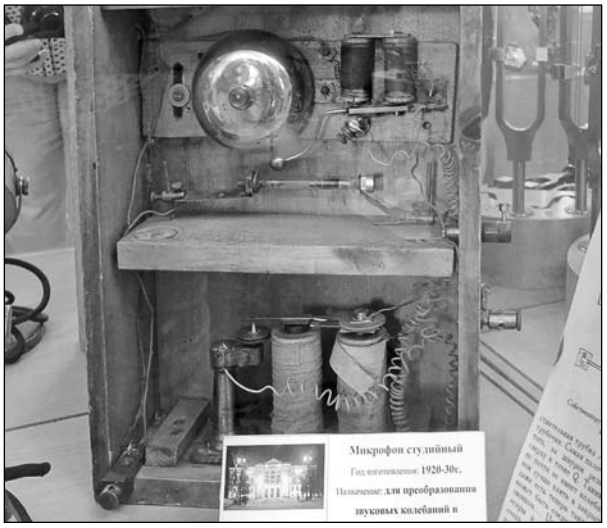
⊙ Любое распространение материалов журнала, в т.ч. архивных номеров, возможно только с письменного согласия редакции.

Павлом Алексеевичем Кондратьевым, долгие годы заведовавшим лабораторией специального физического практикума физического факультета ТГУ. Музей в Томске удивительный, с богатейшей коллекцией (более 1000 экспонатов). Многие экспонаты уникальны, возраст некоторых превышает сто лет.

Но рассказать хочется в первую очередь про атмосферу музея, которая поддерживается его сотрудниками — директором музея Идой Николаевной Анохиной (кандидат физико-математических наук, доцент физического факультета ТГУ) и ее помощницей Сапожниковой Валерией Александровной (старший научный сотрудник Института оптики атмосферы СО РАН, лаборант физического факультета). Здесь царит атмосфера доброжелательной заинтересованности, атмосфера чрезвычайной увлеченности, любви к физике, прежде всего — к эксперименту. Сюда и именно к таким людям надо приводить детей, чтобы заразить их идей познаваемости окружающего мира, окунуть их в мир проб и ошибок, без которого невозможно настоящее знание и естественнонаучное мировоззрение.

Павел Алексеевич Кондратьев с телефонами Белла в руках

Любой, кто попадет в музей, услышит рассказ об его уникальных экспонатах. В кратком репортаже я смогу остановиться только на нескольких экспонатах, которые произвели на меня наибольшее впечатление. Во-первых, это коллекция первых телефонов, включающая, например, телефоны Белла и телефоны русского инженера Голубицкого. Во-вторых, вы сможете увидеть коллекцию исторических звуковоспроизводящих приборов. Здесь представлен действующий фонограф Эдисона. Только благодаря настойчивому поиску через Интернет сотрудницам музея удалось полностью восстановить фонограф. Недостающий валик для записи и воспроизведения звука им безвозмездно предоставил один из коллекционеров в Америке. Напомню, что именно благодаря фонографу Эдисона до нас дошло звучание голоса Льва Толстого, так как один экземпляр этого прибора Эдисон лично подарил писателю.

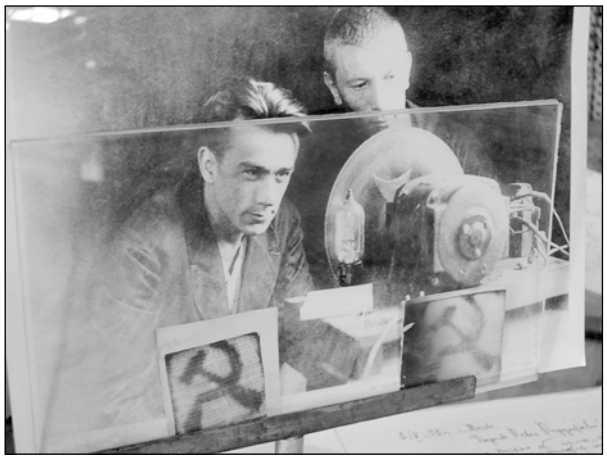


Грозоотметчик А.С. Попова, 1896 г.

В экспозиции музея представлен грозоотметчик А.С. Попова, переданный им профессору Томского университета Федору Яковлевичу Капустину в 1896 г. для проведения опытов по атмосферному электричеству во время солнечного затмения. И это не случайное совпадение — Ф.Я. Капустин — племянник Д.И. Менделеева, начинал свой путь как лаборант в лаборатории Менделеева в Петербурге, преподавал в минном офи-

⊙ Любое распространение материалов журнала, в т.ч. архивных номеров, возможно только с письменного согласия редакции.

церском классе в Кронштадте, был женат на сестре А.С. Попова. В 1889 г. получил назначение на должность экстраординарного профессора в Томский университет. Перед нами еще один пример того, насколько тесно были переплетены судьбы и научные интересы ученых России конца XIX– начала XX вв. Грозоотметчик (в экспериментах А.С. Попова по передаче и приему электромагнитного сигнала — приемник сигнала), дата первой демонстрации которого сейчас отмечается как день радио, использовался в Томском университете во время демонстрационных опытов, действующий.



Василиск Денисов перед телевизионным приемником собственной конструкции и два изображения экрана. Фотография экспоната музея

И еще об одном уникальном экспонате музея. В Томске работал конструктор радио-, теле- и кинотехники Василиск Денисов, сумевший создать телевизионный приемник. Он самостоятельно создал телевизор с механической разверткой и смог принимать передачи с московской экспериментальной студии, работавшей в 1931–1932 гг. В газетах начала 30-х гг. писали, что телевизионный сигнал был принят в трех городах (помимо Москвы) — в Ленинграде, в Одессе и даже в Томске. В экспозиции музея представлен телевизор с механической разверткой 1932 г. серийного производства. Размер экрана не больше 5 см.

В экспозиции много старинных измерительных приборов — кембриджский метр, зеркальные гальванометры, приборы для проведения метеорологических измерений, старинная фототехника. Все перечислить невозможно.

Время в музее пролетает незаметно. В завершение экскурсии вам будет предложено самостоятельно провести несколько опытов. В терминологии сотрудников музея — поработать за интерактивным столом. Здесь и электрофорная машина с присоединенным к ней электрическим султаном, здесь и несколько вариантов картезианского водолаза. Экскурсия порадует как специалиста, студента, ученика, так и малышам здесь найдут интересное дело. В завершение хочу еще раз сказать спасибо Иде Николаевне Анохиной и Валерии Александровне Сапожниковой за их замечательное детище и порекомендовать всем, кто окажется в Томске не пройти мимо музея, работающего во втором учебном корпусе Томского государственного университета (проспект Ленина 36) в аудитории 317. Спасибо!

Литература

1. http://www.tsu.ru/content/tsu/museums/physmuseum.php.

2. http://ff.tsu.ru/node/781.

⊙ Любое распространение материалов журнала, в т.ч. архивных номеров, возможно только с письменного согласия редакции.

Музей космической техники

Московская обл., г. Королев

Музей находится на территории космической корпорации «Энергия», которая была создана сразу после войны, в 1946 г., на базе завода № 88. Инициатором создания этого предприятия был академик С.П. Королев. Музей имеет два экспозиционных зала: демонстрационный и зал Трудовой славы, а также мемориальную комнату Сергея Павловича Королева.

Музей отображает историю создания ракетно-космической техники страны от первых баллистических ракет и искусственных спутников Земли до современных пилотируемых космических кораблей различных модификаций. Это и спускаемый аппарат Ю.А. Гагарина, и «Восход-2», с которого человек впервые вышел в открытый космос, и макет станции «Салют» и многие другие экспонаты. Зал Трудовой славы отображает документальную хронику истории корпорации. Представлены уникальные фотографии, награды, сувениры, документы.

Мемориальная комната выдающегося конструктора С.П. Королева с точностью повторяет интерьер помещения известного ученого, который является основоположником советской космонавтики, первым руководителем предприятия, начавшим исследования космического пространства. Здесь представлены личные вещи С.П. Королева, ценные документы и фотографии академика.

http://www.energia.ru/ru/corporation/museum.html

Московская обл., г. Краснознаменск

Музей был создан на основании директивы Генерального штаба от 4 мая 1984 г. А спустя год, 8 мая 1985 г., он гостеприимно распахнул свои двери для посетителей. В нем собрано и экспонируется свыше двух тысяч документов, реликвий и различных предметов, представляющих историческую ценность. Музей космической техники — центральное просветительское и научное учреждение, пропагандирующее славные традиции Главного испытательного космического центра им. Г.С. Титова, Космических войск, Войск воздушно-космической обороны России.

Открывают экспозицию стенды, посвященные основоположнику космонавтики К.Э. Циолковскому, пионерам ракетной техники Ф.А. Цандеру, Ю.В. Кондратюку, М.К. Тихонравову, Г.Э. Лангемаку, В.П. Глушко, главному конструктору С.П. Королеву.

Значительная часть экспозиции посвящена истории по различным космическим программам, среди которых работы по обеспечению полетов первых искусственных спутников Земли, первого покорителя космоса Ю.А. Гагарина, суточного полета Г.С. Титова, многоместных космических кораблей, межпланетных автоматических станций, космических аппаратов различного назначения. Отдельная страница в истории Командно-измерительного комплекса — работа с автоматическим лунным аппаратом «Луноход», тренажер которого представлен в экспозиции. Не меньший интерес представляет и аппаратура к станции «Заря», ведь именно с помощью этой станции проходили переговоры с первым космонавтом Ю.А. Гагариным.

http://www.krasnoznamensk.com/news/8512/

ISSN 0130-5522
07
9 770130 552151

Подписной индекс 71019
Подписка осуществляется
по каталогу «Газеты. Журналы»
агентства «Роспечать»

Физика в школе, 2015, № 6, 1–64

Школьная Пресса

ISSN 0130-5522