

ISSN 1561-2449

№ 4(106) апрель 2016

Дистанционное и виртуальное обучение

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

Редакционный совет

Ваграменко Я.А., доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, президент Академии информатизации образования.

Воронов М.В., доктор технических наук, профессор, Московский городской психолого-педагогический университет.

Иванников А.Д., доктор технических наук, профессор, зам. директора по научной работе Института проблем проектирования в микроэлектронике РАН.

Карпенко М.П., доктор технических наук, профессор, президент НАЧОУ ВПО Современной гуманитарной академии.

Письменский Г.И., доктор исторических наук, доктор военных наук, профессор, проректор по научной работе НАЧОУ ВПО СГА (главный редактор).

Попов В.В., доктор технических наук, профессор, научный руководитель НИИ инноваций и концептуального проектирования РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, профессор кафедры инженерной педагогики РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина.

Роберт И.В., академик РАО, доктор педагогических наук, профессор, директор ФГНУ «Институт информатизации образования» РАО.

Скуратов А.К., доктор технических наук, профессор, старший научный сотрудник Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Дирекция научно-технических программ».

Солдаткин В.И., доктор философских наук, профессор, Первый вице-президент Московского технологического института «ВТУ» по образовательной деятельности.

Тихомиров В.П., академик РАО, доктор экономических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, почетный работник высшего образования, научный руководитель ФГБОУ ВПО МЭСИ, Президент Международного Консорциума «Электронный Университет».

Ответственность за содержание публикаций несут авторы.

Мнение редакции может не совпадать с мнением автора.

Рукописи авторам не возвращаются.

При перепечатке материалов ссылка на журнал «Дистанционное и виртуальное обучение» обязательна.

Вниманию авторов! Свои материалы направляйте по адресу: 109029, Москва, ул. Нижегородская, д. 32, корп. 5, ком. 205. Издательство.
E-mail: exp@muh.ru

Журнал распространяется в Российской Федерации и странах СНГ.

Подписка осуществляется по каталогам агентства «Роспечать» – подписной индекс 79285,
«АРЗИ» – 87889.

По вопросам редакционной подписки обращаться по адресам: 109029, Москва, ул. Нижегородская, д.32, корп. 5, ком. 205 или pr@muh.ru.

Тел. (495) 7271241, доб. 4318

Журнал зарегистрирован в Государственном комитете Российской Федерации по печати
25 января 1999 года. Регистрационное свидетельство № 018440.

Журнал выходит 12 раз в год.

Журнал включен ВАК Минобрнауки России в перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук. Рекомендован экспертным советом по информатике и вычислительной технике

СОДЕРЖАНИЕ

ВИРТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

АЛБЕГОВ Ф.Г., АЛБЕГОВА И.Ф., ШАМАТОНОВА Г.Л.

Электронные инструменты коммуникаций в учебно-воспитательном процессе современного вуза и проблемы их использования5

КАМАЛОВ Р.Р., ПЛЕТЕНЕВА С.В.

Использование Moodle для организации веб-квеста 13

КОТОВ С.О., ЛОБАНЕНКО О.Б., РЕШЕТНИКОВА С.Л., СИТНИКОВА О.В.

Аудиоподдержка контента электронного курса 18

КАЛАШНИКОВА С.Б., СУХЛОЕВ М.П.

Приёмы повышения продуктивного потенциала электронных образовательных ресурсов 25

КУЛИКОВА Н.Ю.

Опыт использования мобильных технологий для осуществления систематического и оперативного контроля знаний обучающихся 29

ДМИТРИЕВ В.Г., ЗИАНГИРОВА Л.Ф., РАМАЗАНОВА Р.Р., ТИТОВА Л.Н.

Использование облачных вычислений при обучении студентов по направлению подготовки «Прикладная информатика» 38

ДИСТАНЦИОННОЕ ОБУЧЕНИЕ

АСМЫКОВИЧ И.К.

О проблемах дистанционного обучения математике в техническом университете 49

КУПРИНА О.Г.

Самостоятельная работа студентов-магистрантов в системе дистанционного обучения Moodle по иностранному языку 56

КЛЕЙНОСОВА Н.П.

Опыт использования системы дистанционного обучения РГРТУ для подготовки IT-специалистов 62

ПРИКЛАДНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

МАЙЕР Р.В.

Оценка дидактических характеристик физических экспериментов, изучаемых в школе. 69

ХОТЕНЦЕВА И.А.

Применение информационно-компьютерных технологий в практике уроков музыки, во внеурочной и внеклассной работе 78

ВОЛКОВ А.А., ГАСТЕВ С.А.

Предпосылки к созданию роботизированных систем обучения химии в техническом вузе 83

Р.В. Майер, доктор педагогических наук,
доцент

Оценка дидактических характеристик физических экспериментов, изучаемых в школе

Методом парных сравнений произведена оценка следующих характеристик физических экспериментов: 1) сложность экспериментальной установки; 2) сложность выполнения опыта; 3) сложность теоретического объяснения; 4) год, когда ученые впервые выполнили данный опыт. Проанализированы распределения опытов в пространстве перечисленных выше признаков, определены коэффициенты корреляции между ними и абсолютные сложности теоретического объяснения опытов по шкале отношений.

***Ключевые слова:** дидактика, парные сравнения, сложность, физический эксперимент, экспертная оценка.*

Совершенствование методики преподавания физики, разработка новых учебников требует оценки дидактических характеристик различных элементов учебного материала, к которым могут быть отнесены фрагменты теории, задачи, описания физических экспериментов и т. д. Это требует оценки слабо формализуемых свойств дидактических объектов и измерения количества содержащегося в них того или иного качества. Эта тема перекликается с проблемами использования математических методов в гуманитарных исследованиях [1], оценки сложности учебного текста [3; 4], классификации тем курса физики [5, с. 29–38], определения сложности физических понятий [6], оценки психических свойств личности и знаний учащихся [1; 9, с. 147–152], имитационного моделирования процесса обучения на компьютере [7, с. 198–212; 8, с. 113–125]. Настоящая статья посвящена проблеме оценки дидактических характеристик изучаемых в школе физических опытов или их описаний. Можно предположить, что дидактические свойства изучаемых в школе физических экспериментов связаны со следующими слабо зависимыми характеристиками: 1) **сложность экспериментальной установки** A как системы взаимосвязанных элементов; 2) **сложность выполнения эксперимента** B ; 3) **сложность теоретического объяснения** результатов опыта C ; 4) год T , когда ученые впервые выполнили данный эксперимент.

Оценка дидактических характеристик

Для оценки сложности экспериментальной установки *A* следует проанализировать схему эксперимента, графическое изображение экспериментальной установки, определить количество входящих в нее элементов (приборов) и связей между ними. Если заменить схему экспериментальной установки ее словесным описанием, то *A* будет пропорционально числу используемых терминов. Характеристика *B* отражает степень сложности (или невозможности) выполнения рассматриваемого эксперимента в повседневной жизни, в школьной или научной лаборатории. Чем выше сложность выполнения опыта *B*, тем меньше вероятность того, что среднестатистический ученик пронаблюдает этот эксперимент «вживую», либо просмотрит достоверную видеозапись проведения опыта, и тем ниже прочность его усвоения. Эта характеристика зависит от количества и доступности требующихся для проведения опыта приборов и устройств. Эксперименты «закон Гука», «электромагнитная индукция», «работа электронно-вакуумного диода», «работа ядерного реактора» расположены в порядке возрастания характеристики *B*.

При оценке сложности теоретического изучения *C* эксперт должен представить учителя, который максимально кратко описывает условия проведения опыта и объясняет его результат ученику 7-го класса или человеку, далекому от физики. Значение *C* для конкретного эксперимента зависит от сложности используемых законов и понятий, степени абстрактности рассуждений, пространственно-временной протяженности и динамизма наблюдаемых явлений, необходимости использования воображения, математических моделей и идеализированных объектов. Чем больше времени (или предложений) это требует, тем выше характеристика *C*.

Для оценки дидактической сложности физических экспериментов были выбраны 28 фундаментальных опытов из различных разделов физики, которые попарно сравнивались друг с другом. Для каждой характеристики *A*, *B* и *C* было произведено по 756 сравнений. С целью автоматизации этой процедуры применялась специальная компьютерная программа, написанная в среде Free Pascal. Она случайным образом предъявляла названия двух фундаментальных экспериментов, воспринимая ответы эксперта (меньше, одинаково или больше), вводимые с клавиатуры, и записывая их в текстовый файл. В результате получилась квадратная матрица (рис. 1,а), на основе которой и вычисляется значение оцениваемого признака с точностью до 0,1. Используя книги по истории физики (например, [2]), удалось установить год выполнения каждого опыта.

Результаты оценки характеристик физических экспериментов

Оценки характеристик *A*, *B*, *C* и *T* были нормированы так, чтобы они принимали значения от 0 до 1 включительно (табл. 1). Интуитивно понятно, что дидак-

Сложность экспер. установки А

1	00-0--00-----0-----0-----
2	0000-00--0--0-----0-----
3	00000-0--0--0---+---0-0-----
4	0000--00-----0-----0-----
5	0+0+00+000---+---0-0-----
6	++0+00+000-+0+---00+-----0-
7	+0000-00-----0-----0-----
8	++0+000000---+---0-----0-----
9	+++++0++0+---+---000+0+000-0+-
10	00++0-00-0---+---0-0-----0-
11	+++++++0+000+0+00+++00+0+-
12	+++++++0+00+0000+++00000+-
13	+++++++0+000+-000+++00000+-
14	-0-----0-----0-----0-----
15	+++++++00++000++++00+0+-
16	+++++++000+0000+++0000+-
17	+++++++0+0-0+0000+0+0000+-

а

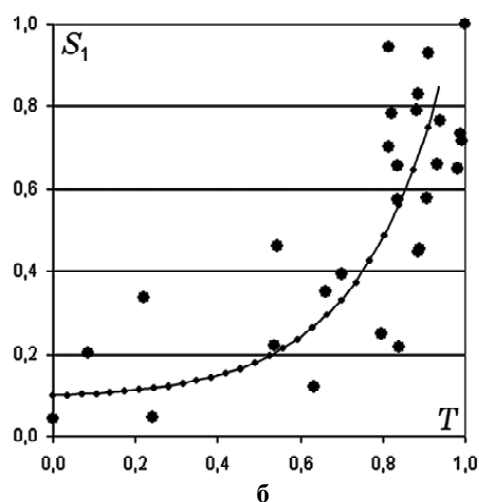


Рис. 1. Пример оценочной матрицы. Распределение опытов в осях $S_1 - T$

Таблица 1

Результаты оценки дидактических характеристик

N	Название эксперимента	A	B	C	T	S_1	S_2	C_{abs}
1	Падение тел разной массы (Галилей)	0,079	0,043	0,000	0,000	0,042	0,054	0,154
2	Закон преломления (Снелл)	0,109	0,074	0,392	0,085	0,201	0,249	0,540
3	Кольца Ньютона	0,158	0,170	0,639	0,220	0,338	0,410	0,841
4	Эксперим. установл. закона Гука	0,109	0,000	0,021	0,242	0,045	0,067	0,130
5	Опыт Кулона	0,277	0,160	0,196	0,536	0,221	0,226	0,443
6	Опыт Каведиша (измерение G)	0,396	0,798	0,124	0,544	0,460	0,542	0,383
7	Опыт Эрстеда (магн. поле тока)	0,119	0,149	0,082	0,632	0,122	0,125	0,311
8	Электромагн. индукция (Фарадей)	0,238	0,160	0,608	0,662	0,351	0,405	0,781
9	Опыт "Первый закон Кирхгофа"	0,545	0,319	0,268	0,701	0,395	0,414	0,407
10	Прямой пьезоэффект	0,238	0,160	0,309	0,797	0,247	0,254	0,287
11	Опыт Майкельсона-Морли	0,782	0,926	1,000	0,816	0,945	0,948	1,094
12	Опыты Столетова (фотоэффект)	0,762	0,532	0,948	0,821	0,783	0,801	1,106
13	Опыты Рентгена	0,703	0,649	0,526	0,838	0,655	0,658	0,732
14	Опыт Беккереля (радиоактивность)	0,000	0,585	0,072	0,841	0,229	0,356	0,238
15	Опыты Герца (ЭМ-волны)	0,822	0,532	0,660	0,816	0,703	0,712	0,853
16	Радиоприемник Попова	0,743	0,553	0,351	0,838	0,574	0,597	0,552
17	Опыт Резерфорда	0,703	0,926	0,639	0,882	0,791	0,800	0,805
18	Опыт Иоффе-Милликена (заряд e)	0,772	0,915	0,691	0,887	0,830	0,834	0,913
19	Инерционное движение электронов	0,218	0,894	0,186	0,890	0,453	0,566	0,419
20	Камера Вильсона	0,515	0,383	0,381	0,885	0,446	0,450	0,600
21	Опыт Штерна (скорость молекул)	0,307	0,894	0,454	0,907	0,577	0,632	0,660
22	Опыт Штерна-Герлаха (спин)	0,772	0,915	0,979	0,909	0,930	0,933	1,130
23	Электронно-вакуумный диод	0,673	0,553	0,660	0,934	0,658	0,659	0,853
24	Открытие нейтрона (Чедвик, Кюри)	0,614	0,904	0,680	0,940	0,767	0,776	0,805
25	Усилительный эффект транзистора	0,752	0,330	0,773	0,984	0,647	0,680	0,913
26	Голография (запись голограммы)	0,663	0,670	0,773	0,989	0,735	0,735	1,082
27	Лазер (трехуровн. система, накачка)	0,515	0,649	0,887	0,995	0,715	0,732	1,082
28	Ядерный реактор	1,000	1,000	0,866	1,000	1,000	1,000	1,046

тическая сложность физического опыта складывается из сложности установки, возможности выполнения опыта школьником и сложности теоретического описания опыта. Рассмотрим две модели: 1) $S_1 = A + B + C$; 2) $S_2 = (A^2 + B^2 + C^2)^{0,5}$. Значения S_1 и S_2 , вычисленные по этим формулам для всех 28 опытов (см. табл. 1) имеют высокие коэффициенты корреляции ($r = 0,98$) и линейной регрессии ($k = 0,94$), что означает их эквивалентность. Учитывая сложность S_1 , рассматриваемые физические опыты можно разделить на пять групп: 1) **очень простые**: падение тел различной массы (Галилей) – 0,04; экспериментальное установление закона Гука – 0,05; магнитное поле тока (Эрстед) – 0,12; установление закона преломления – 0,2; 2) **простые**: опыт Кулона – 0,22; опыт Беккереля – 0,23; прямой пьезоэффект – 0,25; кольца Ньютона – 0,34; электромагнитная индукция (опыты Фарадея) – 0,35; опыт «Первый закон Кирхгофа» – 0,40; 3) **средней сложности**: инерционное движение электронов – 0,45; камера Вильсона – 0,45; измерение гравитационной постоянной (опыт Кавендиша) – 0,46; радиоприемник Попова – 0,57; измерение скорости молекул (опыт Штерна) – 0,58; 4) **сложные**: усилительный эффект транзистора – 0,65; опыты Рентгена – 0,66; электронно-вакуумный диод – 0,66; открытие нейтрона (опыты Чедвика и Кюри) – 0,77; опыты Герца с электромагнитными волнами – 0,7; работа лазера (трехуровневая система, накачка) – 0,72; запись голограммы – 0,74; законы фотоэффекта (опыты Столетова) – 0,78; бомбардировка альфа-частицами атомов золота (опыт Резерфорда) – 0,79; 5) **очень сложные**: опыт Иоффе–Милликена – 0,83; открытие спина (опыт Штерна–Герлаха) – 0,93; опыт Майкельсона–Морли – 0,95; ядерный реактор – 1,0. Несмотря на приближенность, полученные результаты могут быть использованы для оценки дидактической сложности различных учебных текстов по школьному курсу физики.

С помощью таблиц Excel определены коэффициенты корреляции между ними (табл. 2). Коэффициент корреляции между B и T равен 0,7. Это обусловлено тем, что по мере развития человеческой цивилизации совершенствовались техника и технология, что позволило выполнить эксперименты, для проведения которых требуются уникальные приборы и материалы. Чем меньше сложность выполнения опыта B , тем раньше он был выполнен учеными и тем меньше T .

Таблица 2

Коэффициенты корреляции между A , B , C , T , S_1 и S_2

	A	B	C	T	S_1	S_2
Сложность exper. установки A	1					
Сложность выполнения опыта B	0,625	1				
Сложность теор. объяснения C	0,760	0,506	1			
Время проведения опыта T	0,665	0,701	0,533	1		
Дидакт. сложность опыта S_1	0,909	0,828	0,868	0,731	1	
Дидакт. сложность опыта S_2	0,870	0,862	0,847	0,738	0,992	1

Полученные результаты позволяют проанализировать распределение объектов в пространстве признаков A , B и C (рис. 2). На рис. 1,б представлено распределение рассматриваемых опытов в пространстве признаков «сложность S_1 – время проведения T ». Видно, что точки ложатся вблизи графика экспоненциальной функции $S_1 = 0,09 + \exp(4,8T)/120$, имея при этом достаточно большой разброс. Это объясняется тем, что с течением времени происходит экспоненциальный рост количества ученых и лабораторий, а также технологического уровня человеческой цивилизации.

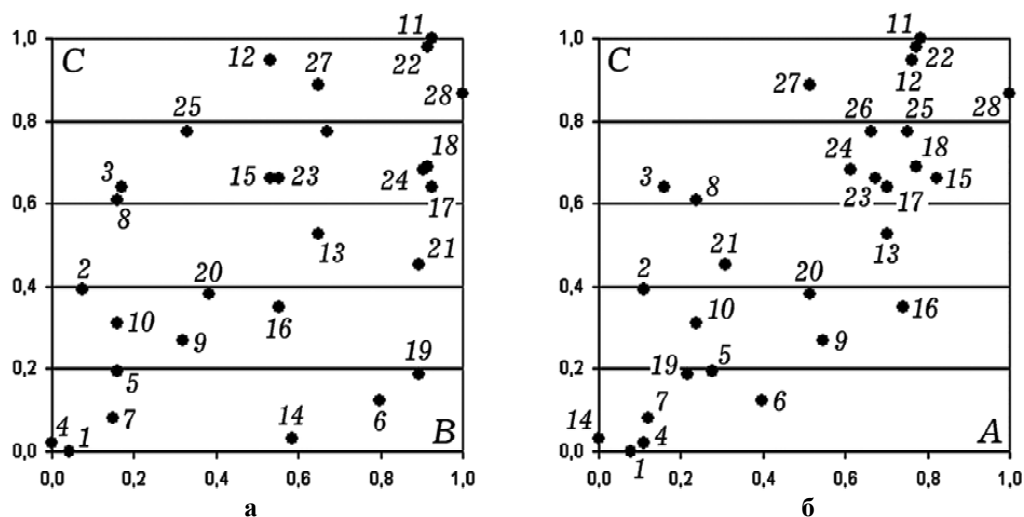


Рис. 2. Распределение опытов в пространстве признаков A , B и C

Оценка сложности теоретического изучения по пятибалльной шкале

Возможен иной подход, при котором для оценки той или иной характеристики методом парных сравнений используется пятибалльная шкала $-2, -1, 0, 1, 2$. Можно ввести лингвистическую переменную «результат сравнения i -го и j -го опытов» R_{ij} , которая принимает одно из следующих значений: «значительно проще», «проще», «одинаково», «сложнее», «значительно сложнее». Этим способом была оценена сложность теоретического изучения C (табл. 3). Коэффициент корреляции между этими результатами и значениями C из табл. 1 равен 0,98, т. е. они довольно хорошо согласуются друг с другом. Недостаток полученных оценок состоит в том, что они приблизительно соответствуют интервальной шкале, а не шкале отношений.

Чтобы получить значения C по шкале отношений необходимо как-то определить **абсолютную сложность теоретического изучения** C_{abs} для нескольких физических экспериментов. Так как вся учебная информация в конечном счете передается в словесной форме, то можно оценить сложность описания того или

Таблица 3

Результаты оценки характеристики С (пятибалльная шкала)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28			С
1	0																												0	-44	0,02
2	1	0																											1	-12	0,41
3	2	1	0																										3	13	0,71
4	-1	-2	-2	0																									-5	-46	0,00
5	1	-1	-1	1	0																								0	-20	0,31
6	1	-1	-1	1	0	0																							0	-25	0,25
7	1	-1	-1	1	-1	-1	0																						-2	-31	0,18
8	2	0	0	2	1	1	1	0																					7	8	0,65
9	1	-1	-1	1	0	0	0	-1	0																				-1	-23	0,28
10	1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-2	-1	0																			-6	-33	0,16
11	2	2	1	2	2	2	2	1	2	2	0																		18	34	0,96
12	2	2	1	2	2	2	2	1	2	2	0	0																	18	35	0,98
13	2	1	0	2	1	2	2	0	1	1	-1	-1	0																10	4	0,60
14	1	-1	-2	1	-1	0	0	-2	-1	-1	-2	-2	-2	0															-12	-37	0,11
15	2	0	0	2	1	2	2	0	1	2	-1	-1	1	2	0														13	14	0,72
16	2	0	-1	2	1	1	1	-1	0	1	-2	-2	0	2	-1	0													3	-11	0,42
17	2	0	-1	2	1	2	2	-1	2	1	-1	-1	1	2	0	1	0												12	10	0,67
18	2	1	0	2	2	2	2	1	2	2	-1	-1	1	2	0	1	0	0											18	19	0,78
19	2	0	-1	1	0	0	0	-1	0	0	-2	-2	-1	1	-1	0	-1	-2	0										-7	-22	0,29
20	2	1	-1	2	0	1	1	-1	0	1	-1	0	1	-1	0	-1	-1	1	0										3	-7	0,47
21	2	1	-1	2	0	0	1	0	0	2	-1	-1	0	2	-1	1	0	0	1	0	0								8	-2	0,53
22	2	1	2	2	2	2	2	1	2	2	1	1	2	1	2	1	1	2	1	1	0								33	37	1,00
23	2	2	-1	2	1	1	2	0	2	2	-1	-1	1	2	0	1	0	0	2	1	1	-1	0						18	14	0,72
24	2	1	-1	2	1	1	2	0	2	2	-1	-1	0	1	-1	1	0	-1	1	1	1	-1	1	0					13	10	0,67
25	2	1	0	2	2	2	2	1	2	2	-1	-1	1	2	0	1	0	0	2	1	1	-1	0	0	0				21	19	0,78
26	2	2	1	2	2	2	2	1	2	2	-1	-1	1	2	1	2	1	1	2	2	2	0	1	1	1	0			33	33	0,95
27	2	2	1	2	2	2	2	1	2	2	-1	-1	1	2	1	2	1	1	2	2	2	0	1	1	1	0	0		33	33	0,95
28	2	2	1	2	2	2	2	1	2	2	-1	-1	1	2	1	2	1	0	2	2	-1	1	1	0	0	0	0		30	30	0,92
	44	13	-10	41	20	25	29	-1	22	27	-16	-17	6	25	-1	14	2	-1	15	10	10	-4	4	3	2	0	0	0			

иною опыта. Нами была использована формула: $S_{text} = s_1 + s_2 + \dots + s_i + \dots + s_N$, где s_i – сложность i -го слова, N – количество слов в описании опыта. Если слово входит в словарь по физике, математике, химии и т. д., то оно является научным термином. **Сложность слова** определялась так: $s = 1$ – слова, которые не являются научными терминами (можно, движется, ученый); $s = 2$ – научные термины с низкой степенью абстрактности, используемые школьником в повседневной жизни (шар, вода, испарение); $s = 3$ – научные термины имеющие среднюю степень абстрактности, не использующиеся в повседневной жизни, но характеризующие явления и объекты, с подобными которым школьник встречается ежедневно (импульс, теплоемкость, кадмий); $s = 4$ – научные термины с высокой абстрактностью, соответствующие явлениям и объектам, которые невозможно пронаблюдать (ядро атома, энергия связи). Для оценки сложности описания опыта создавался текст, содержащий исчерпывающую информацию об опыте (с точки зрения школьного курса физики), к которому добавлялись определения сложных терминов, не используемых в повседневной жизни.

В качестве примера рассмотрим описание опытов Чедвика и Кюри (открытие нейтрона): *«Источник испускал поток альфа-частиц, который падал на бериллий. Из бериллия выходило сильно проникающее излучение, способное преодолеть свинцовую пластину толщиной 10 см. Ученые предположили, что это гамма-излучение. Когда на пути этого излучения была поставлена парафино-*

вая пластина, произошло увеличение его ионизирующей способности. Из бериллия альфа-частицы выбивают нейтроны – массивные частицы, не имеющие заряда. Эти нейтроны выбивают из парафина протоны, которые ионизируют газ. С помощью камеры Вильсона были обнаружены протоны и по длине пробега оценена их энергия. Альфа-частицы – ядра атома гелия. Ионизация – добавление или отрывание электрона от атома. Нейтрон – элементарная электрически нейтральная частица, входящая в состав ядра. Протон элементарная положительно заряженная частица, входящая в состав ядра. Камера Вильсон – прибор для регистрации элементарных частиц и наблюдения их треков в перенасыщенных парах спирта. Гамма излучение – высокочастотное электромагнитное излучение, возникающее при ядерных превращениях». Сложность первого предложения равна $S_1 = 2 + 2 + 1 + 4 + 2 + 1 + 1 + 3 = 16$. Общая сложность описания $S_{text} \approx 204$.

Были проанализированы описания нескольких экспериментов и определены их сложности S_{text} (значения указаны в скобках): 1) падение тел различной массы или опыт Галилея (35); 2) экспериментальное установление закона Гука (57); 3) электромагнитная индукция (171); 4) опыт Беккереля (59); 5) открытие нейтрона (204); 6) ядерный реактор (294). Если предположить, что абсолютная сложность теоретического изучения $C_{abs}^i \approx C^i + c$ данных опытов пропорциональна полученным значениям S_{text} , то получается: $k(C^i + c) = S_{text}^i$, где i – номер опыта из табл. 1 и 3. Варьируя k и c , можно найти такие значения, при которых левые и правые части этого равенства максимально близки для всех шести опытов. Оптимальный результат соответствует $c \approx 0,1 - 0,15$. Следовательно, **сложность теоретического изучения опыта по шкале отношений** равна $C_{abs}^i \approx C^i + 0,13$ (C^i из табл. 3). По приведенным в табл. 1 значениям C_{abs}^i (имеющим погрешность 0,1) построен рис. 3. Из него следует, что с точки зрения теоретического изучения эксперимент «ядерный реактор» примерно в 6–8 раз сложнее опыта Галилея и в 2,5–3 раза сложнее опыта Кулона.

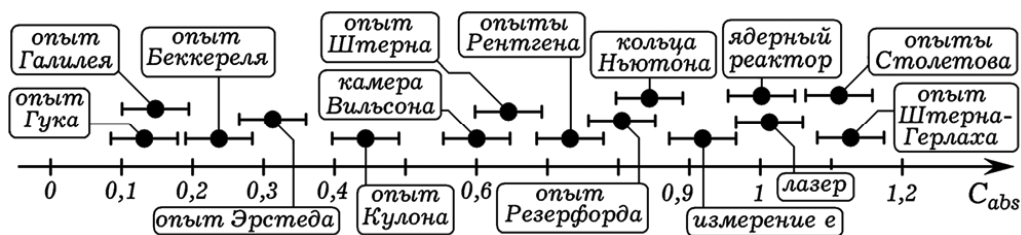


Рис. 3. Сложность теоретического изучения физических опытов

При исследовании формирования физических знаний физические эксперименты имеет смысл характеризовать двумя слабо связанными характеристиками: 1) возможностью выполнения опыта; 2) сложностью теоретического изучения. Их значения можно определить методом парных сравнений с помощью трехбалльной или пятибалльной шкалы. Возможность выполнения опыта школьником

влияет на прочность усвоения знаний данного эксперимента. Сложность теоретического изучения опыта связана со временем, которое следует затратить для его усвоения. Для перехода к шкале отношений необходимо оценить сложность описания нескольких опытов, учитывая количество слов и степень их абстрактности для школьника. Сложности самого простого и самого сложного эксперимента отличаются в 8–12 раз.

Литература

1. Битинас Б. Многомерный анализ в педагогике и педагогической психологии. Вильнюс, 1971.
2. Кудрявцев П.С. История физики. Т. 2. М.: Гос. учебно-педагогич. изд-во, 1956.
3. Леонтьев Л.П., Гохман О.Г. Проблемы управления учебным процессом: математические модели. Рига, 1984.
4. Микк Я.А. Оптимизация сложности учебного текста: В помощь авторам и редакторам. М.: Просвещение, 1981.
5. Майер Р.В. Классификация тем школьного курса физики на основе оценки их физической и математической сложности // Инновации в образовании. 2014. № 9.
6. Майер Р.В. Оценка дидактической сложности физических понятий методом парных сравнений // Мир науки. Научный интернет-журнал. 2014. Вып. 3.
7. Mayer R.V. Computer-Assisted Simulation Methods of Learning Process // European Journal of Contemporary Education. 2015. Vol. 13, Is. 3.
8. Mayer R.V. The Solution of Problems of Mathematical Learning Theory Using Computer Models // Modern European Researches. 2015. № 3.
9. Томашевский В.М., Дмитрик І.М. Аналіз моделей навчання та контролю знань // Вісник НТУУ «КПІ». Інформатика, управління та обчислювальна техніка: збірник наукових праць. 2008. № 49.

Mayer R.V., *doctor of pedagogical science, associate professor*

Assessment of Didactic Characteristics of the Physical Experiments Studied at School

With help of pair comparisons method the assessment of the following characteristics of physical experiments is made: 1) complexity of experimental installation; 2) complexity of performance of experiment; 3) complexity of a theoretical explanation; 4) year when scientists for the first time executed this experiment. Distributions of experiments in space of the listed above characteristics are analysed, correlation coefficients between

them and absolute difficulties of a theoretical explanation of experiments on scale of the relations are defined.

Key words: *didactics, pair comparisons, complexity, physical experiment, expert assessment.*