

УДК 53:37.016

Н.М. Кожевников

НЕКЛАССИЧЕСКИЕ ИДЕИ В СОВРЕМЕННОМ КУРСЕ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ

N.M. Kozhevnikov

NON-CLASSICAL IDEAS IN THE CONTEMPORARY GENERAL PHYSICS COURSE

Анализируется эволюция курса общей физики за последние сто лет. Приведена содержательная и методическая характеристика наиболее известных в начале XX века учебных пособий по физике. Показано, что становление неклассической физики в начале прошлого столетия носило сложный, драматический характер, в результате которого преподавание физики перешло от индуктивно-исторической к дедуктивно-теоретической концепции. Современные курсы общей физики фактически являются словарями-справочниками для подготовки студентов к централизованному тестированию. Обсуждаются пути преодоления негативных тенденций в преподавании общей физики в вузах.

КУРС ОБЩЕЙ ФИЗИКИ; КЛАССИЧЕСКАЯ ФИЗИКА; ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ И ЭМПИРИЧЕСКИЙ КОМПОНЕНТЫ КУРСА; НЕКЛАССИЧЕСКАЯ ФИЗИКА МИКРОМИРА; ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ СТАНДАРТ 3-ГО ПОКОЛЕНИЯ; НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ СОВЕТ ПО ФИЗИКЕ МИНОБРНАУКИ; ПРИМЕРНАЯ ПРОГРАММА ПО ФИЗИКЕ ДЛЯ ВУЗОВ.

Evolution of the general physics course in the last century is analyzed. The content and methodological characteristics of text-books on physics popular at the beginning of XX century are presented. It is shown that dramatic rise of non-classical physics was followed by transition from inductive-historical to deductive-theoretical education paradigm. Contemporary general physics courses are in fact dictionary-reference books for students who want to prepare for central testing. Some ways to overcome negative tendencies in physics teaching are discussed.

GENERAL PHYSICS COURSE; CLASSICAL PHYSICS; EMPIRICAL AND THEORETICAL COMPONENTS OF THE COURSE; NON-CLASSICAL PHYSICS OF THE MICROWORLD; FEDERAL STATE EDUCATIONAL STANDART OF THE 3-D GENERATION; SCIENCE-METHODOLOGICAL COUNCIL ON PHYSICS AFFILIATED TO MINISTRY ON SCIENCE AND EDUCATION; EXEMPLARY PROGRAM OF GENERAL PHYSICS COURSE FOR UNIVERSITIES.

Многое в преподавании школьной и вузовской физики вызывает беспокойство. Снижается интерес школьников к этому предмету. В 2013 году почти каждый седьмой выпускник средней школы получил двойку на ЕГЭ по физике. Сокращается базовая трудоемкость физики в вузах, где почти повсеместно переходят на одно- и двухсеместровый курс по минималь-

ной программе. Из ряда естественнонаучных направлений бакалавриата физика уже исчезла полностью. С ностальгией вспоминается не столь отдаленное время, когда американские президенты ставили нас в пример по организации преподавания физики.

Почему так получилось, что физика перестает быть наиболее авторитетным носителем

знаний об окружающем мире? Почему наши коллеги из учебно-методических объединений вузов, утверждавшие федеральные государственные стандарты (ФГОС-3), так спокойно секвестировали физику? Как вернуть физике достойное место в системе современного образования?

Чтобы разобраться в этом, полезно проследить эволюцию курса физики за последние столетия. Увидеть, как углубление наших знаний о микромире привело к отказу от наглядных представлений о физических процессах в природе. Убедиться в том, что абстрактный язык и необычная логика рассуждений в неклассической физике, вызывающая отторжение даже у искусственных физиков, требуют особых педагогических подходов, суть которых, увы, до сих пор не сформулирована.

Классическая физика в учебных программах высшего образования

На рубеже XIX–XX веков в вузах и университетах преподавалась классическая физика. Вспоминает выдающийся ученый-гидромеханик Лев Герасимович Лойцянский [1]: «Отмечу как большую жизненную удачу то, что в Петроградском университете в 1917/18 учебном году мне привелось прослушать (и сдать) пользовавшийся заслуженной славой годовой общий курс физики, читавшийся известным ученым и замечательным педагогом Орестом Даниловичем Хвольсоном».

Никаких новых веяний, типа представлений об атомном строении вещества и теории относительности, этот курс не содержал. Большое

внимание уделялось получению и обработке результатов измерений. Вот типичное название одного из параграфов: «Наблюдение качаний коромысла (весов — *H.K.*)». Все расчеты производились на уровне школьной арифметики, хотя встречались и интегралы, например $A = \int_{V_1}^{V_2} p dV$.

Первый том курса Хвольсона вышел в 1897 году, к 1923 году он выдержал уже пять изданий [2]. Объем первого тома — 675 страниц. Это был не учебник, а скорее, энциклопедия классической физики. Сюда вошли (по отделам) механика, измерительные приборы и методы измерений, учение о газах, учение о жидкостях, учение о твердых телах. Вводную часть этого тома и сейчас можно смело рекомендовать как прекрасное пособие по курсу концепции современного естествознания.

Л.Г. Лойцянский продолжает: «Орест Данилович читал лекции, сидя в кресле, иногда замолкая и бледнея от каких-то спазмов, а писание формул на доске, также как и проведение опытов выполнялось его ассистентом. Это нисколько не мешало поразительной красочности лекций Хвольсона, не утомлявших, а ласкавших слух студентов».

Возможно, переиздание курса Хвольсона было бы полезно, но вряд ли имело бы коммерческий успех. Хотя, несомненно, каждый преподаватель физики должен хотя бы полистать эти замечательные книги.

Однако не надо думать, что все курсы физики на рубеже XIX–XX веков были такими гран-



О.Д. Хвольсон
1852–1934



В.А. Михельсон
1860–1927

диозными по объему и охвату фактического материала. Были и такие, которые предназначались для подготовки инженеров, агрономов, врачей и т. п. по сокращенным программам. Среди таких курсов очень популярным был прекрасный двухтомный курс Владимира Александровича Михельсона, первое издание которого вышло в 1922 году [3]. Замечательный язык, вдумчивый анализ вопросов, размышления о сути физических явлений — эти и другие достоинства курса Михельсона не потеряли своей актуальности и сейчас [4]. По крайней мере, авторы книг по физике начала XX века в первую очередь старались объяснить студентам учебный материал, а не просто сообщить им определенный набор фактов и формул, а затем с пристрастием спросить их на экзамене.

В 1930 году вышло первое издание всемирно известного курса Р. Поля, состоящего из нескольких томов [5]. Это уникальное издание, не имеющее аналогов в мире, целиком построено на эксперименте (хотя, конечно, в курсе есть и формулы, и обсуждение моделей). Р. Поль работал в Геттингене, где до сих пор имеется великолепная физическая лаборатория, физический кабинет и музей физики. Автору посчастливилось воочию убедиться, какое значение придается в Геттингенском университете физическому эксперименту [6].

В целом преподавание классической физики вплоть до начала XX века характеризовалось чрезвычайной гармоничностью, устойчивостью, «солидностью» и в полной мере удовлетворяло требованию формирования материалистического мировоззрения специалистов и научно-технического базиса современной техники.

Ортодоксальный классицизм и неклассический «идеализм» в физике начала XX века

«Вопрос заключается в том: достаточно ли новая теория безумна, чтобы иметь шанс быть истинной.»

Н. Бор

Главным событием в физике начала XX века стал переход к квантово-релятивистской картине микромира. Новая физика сломала общепринятые представления об описании и интерпретации физических явлений. Будучи с точки зрения классической физики «сумасшедшими»,

«безумными» (см. эпитафию с высказыванием Н. Бора), законы микромира отвергали такие сложившиеся веками концепции, как детерминизм, причинность, объективность знания, независимость законов природы от наблюдателя и т. п.

Зарождение неклассической физики происходило в острейшей борьбе, описанной в многочисленной исторической и философской литературе. Даже основоположники новой физики испытывали дискомфорт, пытаясь свети «концы с концами». Автор концепции квантов М. Планк писал, что его работа 1900-го года была «актом отчаяния» [7]. Многие относились к квантовой механике как к промежуточной теории, противоречия которой будут со временем устранены [8].

В Советском Союзе ареной бурных дискуссий между представителями классической и неклассической физики в 1920–30 годы стал Ленинградский политехнический институт [9]. В частности, одним из вопросов дискуссии была природа электромагнитного поля. С одной стороны, академик В.Ф. Миткевич отстаивал классическую теорию эфира и связанную с ней концепцию близкодействия, а с другой стороны, член-корреспондент АН СССР Я.И. Френкель категорически отрицал эфир и настаивал на концепции дальнего действия через пустоту. Эта дискуссия, затянувшаяся почти на десять лет, стала предметом обсуждения на Президиуме АН СССР в 1937 году и на страницах одноименного философского журнала «Под знаменем марксизма». Постепенно участники дискуссии «выдохлись», и она закончилась ничем.

Не менее остро спорили ученые о «разлетающейся Вселенной» (теория Эйнштейна — Фридмана — Леметра), о парадоксах только что созданной квантовой механики и т. д. Получив ярлык «физических идеалистов», многие из физиков привлекли к себе внимание репрессивных органов [9].

Оглядываясь на этот сложный исторический период, можно сказать, что новые представления в физике стали не ожидаемым откровением для большинства ученых, а скорее, горькой необходимостью перехода к дискомфортному существованию в новых непривычных условиях. Недаром великий физик Г.А. Лоренц в разговоре с А.Ф. Иоффе как-то сказал: «Я потерял уве-



В.Ф. Миткевич
1872–1951



Я.И. Френкель
1894–1952

ренность, что моя научная работа вела к объективной истине, и я не знаю, зачем жил; жалею только, что не умер пять лет назад, когда мне еще все представлялось ясным». С этой фразой Лоренца перекликается известное высказывание М. Планка: «Новые идеи побеждают после того, как вымрут сторонники старых идей».

В этих условиях особенно остро встал вопрос о том, как преподавать физику в средней и высшей школе. На решение этого вопроса повлияла не только его сложность, но и социально-политическая обстановка в Советском Союзе.

Переход к дедуктивно-теоретическому преподаванию курса общей физики

Активными участниками создания новой физики были молодые советские ученые, которым в ту пору было всего 20–30 лет. Они не только открыли законы микромира, но и способствовали революционным преобразованиям в преподавании физики. Апофеозом этой революции стала публикация «Курса теоретической физики» Л.Д. Ландау и Е.М. Лифшица, который до сих пор совершенно справедливо считается Библией теоретической физики. Имея благородную цель поднять уровень подготовки физиков-теоретиков, курс не без влияния политического руководства страны, явно «перевыполнил свою задачу»*. Став эталоном учебника, Курс

* По иронии судьбы работа над Курсом началась в 1938 году, когда вышел в свет «Краткий курс истории ВКП(б)» И.В. Сталина. И если в начале ра-

распространил свое влияние на преподавание физики на всех уровнях.

Это означало переход от индуктивно-исторического к теоретико-дедуктивному изложению физики [10]**.

В связи с этим уместно вспомнить, что Ландау имел весьма радикальные взгляды на преподавание. Например, как-то он посоветовал своему аспиранту: «...надо меньше думать об основах. Главное, чем надо овладеть, — это техникой работы, а понимание тонкостей само придет потом».

Начиная с середины XX века наблюдается ярко выраженная тенденция к теоретизации курса общей физики, включение в него достаточно развитых модельных представлений, ранее

бота физиков-теоретиков встречала многочисленные трудности, то к 1950-м годам в соответствии с планом Сталина создать образцовые учебники по всем вопросам жизни и творчества Курс теоретической физики был «назначен» в качестве эталона учебника вообще.

** Определенная аналогия здесь имеется с преподаванием математики. В свое время Бурбаки предложили учить школьников теоретико-множественному языку математики. Однако спустя пять лет отказались от этого, а в СССР эти идеи были подхвачены колмогоровской школой и просуществовали более 15 лет. Еще совсем недавно наши школьники учили такое определение вектора [11]: «Вектором (параллельным переносом), определяемым парой (А, В) несовпадающих точек, называется преобразование пространства, при котором каждая точка М отображается на такую точку М1, что луч ММ1 сонаправлен с лучом АВ и расстояние ММ1 равно расстоянию |АВ|»



Л.Д. Ландау
1908–1968



Е.М. Лифшиц
1915–1985

характерных для курсов теоретической физики. Например, в то время стало модным начинать механику с основ теории относительности, электродинамику — с уравнений Максвелла, статистическую физику — с распределения Гиббса. А обычные вопросы общей физики — ньютоновскую механику, электро- и магнитостатику, идеальный газ — рассматривать как частные случаи общей теории. При этом объем общей физики уменьшался, она становилась все труднее для восприятия вчерашними школьниками. Тем не менее ситуация тогда еще не вышла из-под контроля, так как добротная «школьная» физика обеспечивала необходимый фундамент для освоения вузовской программы общей физики.

В настоящее время большинство «действующих» учебных пособий, в том числе выпущенных местными издательствами, можно было бы отнести к типу «словарей-справочников», где собраны известные формулы и определяются (не всегда корректно) основные понятия. Ни экспериментов, иллюстрирующих тот или иной закон, ни практических примеров физики вокруг нас в таких пособиях нет. С распространением системы ЕГЭ указанные недостатки будут только усугубляться.

И это при том, что основная мировая тенденция последних лет — создание больших интерактивных музеев занимательной науки, специальных физических лабораторий, куда на регулярной основе приезжают школьники и студенты со всего мира, чтобы прикоснуться к живой физике [6].

Сейчас положение дел с преподаванием физики в вузах становится критическим. Переход на ФГОС-3 сопровождается резким (на 30–50 %) уменьшением трудоемкости, в первую очередь за счет аудиторных занятий. Слабая школьная подготовка, основанная на формальных знаниях в формате ЕГЭ, требует введения в курс общей физики серьезного пропедевтического компонента. Наконец, отсутствие мотивации к получению знаний, падение престижа инженерно-технических профессий делают традиционные методики обучения малоэффективными.

Из положительных моментов, характеризующих современную образовательную систему, можно, пожалуй, отметить только появление интернета, обеспечивающего «шаговую доступность» любой информации, а также интерактивную связь учителя с учениками.

Эти и другие обстоятельства делают необходимым смену парадигмы преподавания физики в вузе. Прежде всего, следует провести ревизию содержания учебных программ. Например, совершенно неуместно включение в курс общей физики таких вопросов, как элементы аналитической механики (формализм Лагранжа, Гельмгольца), понятие векторного потенциала в электромагнетизме, весьма подробное изложение кристаллооптики. Этот список можно продолжать.

Без ущерба для курса можно перенести на факультативные занятия разговор о релятивистской физике, о квантовой теории вещества. В то же время большего к себе внимания требуют эмпирический компонент курса, тщательное и скру-

пулезное выполнение лабораторных работ физического практикума, насыщение лекционного курса демонстрациями физических эффектов.

Основным сейчас становится не объем фактов из разных областей физики, а логическое осмысление, оценка этих фактов, анализ взаимосвязей фундаментальных положений физики. Можно смело исключать из курса тот или иной раздел, тем более, что одно нажатие кнопки на компьютере — и вся необходимая информация высвечивается на мониторе. Поэтому главным на лекции, в лабораторном практикуме, на упражнениях становится рассуждение, обоснование, анализ эмпирической и теоретической информации, концептуальной базы физики в целом и отдельных ее разделов. И, конечно, возрастает роль лектора, который не просто сообщает студентам сумму знаний (это можно сделать и в дистанционной форме), но и эмоционально, методически готовит их к восприятию этих знаний как на лекции, так и во время самостоятельной работы.

Роль Научно-методического совета по физике в формировании нормативной базы учебных программ

Именно такой подход был принят Научно-методическим советом по физике Минобрнауки Российской Федерации, когда разрабатывалась примерная программа по дисциплине «Физика», согласованная с ФГОС-3 [12, 13]. Эта программа адресована как классическим университетам, так и инженерно-техническим, педагогическим, медицинским и сельскохозяйственным вузам. Все определяется трудоемкостью соответствующего

курса. Программа минимального уровня (8–10 зачетных единиц) предполагает способность студентов воспроизводить типовые ситуации, использовать их в решении простейших задач. На этом уровне рассматриваются только модельные представления, описывающие достаточно ограниченный круг экспериментальных ситуаций.

Базовый уровень программы рассчитан на 10–14 зачетных единиц и предполагает способность решения сложных задач, требующих знания всех разделов физики. Наконец, расширенный уровень (14–20 зачетных единиц) обеспечивает способность к построению и анализу развитой теоретической модели, фокусирующей внимание на отклонениях в поведении реальных прототипов от прогнозов простейшей теории.

В отличие от ФГОС-3, которые теперь определяют, какие компетенции формирует та или иная дисциплина, примерная программа по физике содержит инвариантное содержание модулей дисциплины с указанием дидактических единиц каждого раздела. В программе также приводится примерное содержание практических занятий и примерный список лабораторных работ физического практикума, а также основная и дополнительная литература для каждого уровня.

Примерная программа по физике, опубликованная в Бюллетене № 4 НМС по физике [12], была с воодушевлением принята научно-педагогической общественностью страны. В настоящее время эта программа — фактически единственный нормативный документ, определяющий содержание и методический уровень преподавания общей физики в российских вузах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лойцянский Л.Г. Из моих воспоминаний. Записки профессора-политехника. СПб.: Б. С. К., 1998. 139 с.
2. Хвольсон О.Д. Курс физики. Том первый. 5-е изд. Берлин: Государственное издательство РСФСР, 1923. 677 с.
3. Михельсон В.А. Физика. В двух томах. М.-Л.: ОНТИ НКПТ СССР, 1938. 335 с. (1 том), 368 с. (2 том).
4. Русаков В.П. Владимир Александрович Михельсон: научная и педагогическая деятельность // В сб.: Исследования по истории физики и механики. 2004. М.: Наука, 2005. С. 71–110.
5. Поль Р.В. Оптика и атомная физика. М.: Наука, 1966. 478 с.
6. Кожевников Н.М. Подходы к решению проблем в сфере образования и науки в Германии // Физическое образование в вузах. 2012. Т. 18, № 2. С. 30–39.
7. Кляус Е.М., Франкфурт У.И. Макс Планк. М.: Наука, 1980.
8. Низовцев В.В. Время и место физики XX века. М.: Эдиториал УРСС, 2000. 208 с.
9. Сонин А.С. «Физический идеализм». История одной идеологической кампании. М.: Физматлит, 1994. 224 с.
10. Холл Карл. «Надо меньше думать об основах»: Курс теоретической физики Ландау и Лифшица в культурно-историческом контексте // В сб.: Ис-

следования по истории физики и механики. 2004. М.: Наука, 2005. С. 156–205.

11. **Клопский В.М., Скопец З.А., Ягодовский М.И.** Геометрия: Учеб. пособие для 9 и 10 классов средней школы. 6-е изд. М.: Просвещение, 1980. С. 42.

12. Бюллетень Научно-методического совета по физике. № 4. // Сост. Н.М. Кожевников. СПб.: Изд-во политехн. ун-та. 2012. 84 с.

13. www.fgosvpo.ru

REFERENCES

1. **Loytsyanskiy L.G.** Iz moikh vospominaniy. Zapiski professora-politekhnika. SPb.: B. S. K., 1998. 139 s. (rus.)

2. **Khvolson O.D.** Kurs fiziki. Tom pervyy. 5-ye izd. Berlin: Gosudarstvennoye izdatelstvo RSFSR, 1923. 677 s. (rus.)

3. **Mikhelson V.A.** Fizika. V dvukh tomakh. M.-L.: ONTI NKPT SSSR, 1938. 335 s. (1 tom), 368 s. (2 tom). (rus.)

4. **Rusakov V.P.** Vladimir Aleksandrovich Mikhelson: nauchnaya i pedagogicheskaya deyatelnost // *Vsb.: Issledovaniya po istorii fiziki i mekhaniki*. 2004. М.: Nauka, 2005. S. 71–110. (rus.)

5. **Pol R.V.** Optika i atomnaya fizika. М.: Nauka, 1966. 478 s. (rus.)

6. **Kozhevnikov N.M.** Podkhody k resheniyu problem v sfere obrazovaniya i nauki v Germanii. *Fizicheskoye obrazovaniye v vuzakh*. 2012. Т. 18, № 2. S. 30–39. (rus.)

7. **Klyaus Ye.M., Frankfurt U.I.** Maks Plank. М.: Nauka, 1980. (rus.)

8. **Nizovtsev V.V.** Vremya i mesto fiziki XX veka. М.: Editorial URSS, 2000. 208 s. (rus.)

9. **Sonin A.S.** «Fizicheskiy idealizm». Istoriya odnoy ideologicheskoy kampanii. М.: Fizmatlit, 1994. 224 s. (rus.)

10. **Khol Karl.** «Nado menshe dumat ob osnovakh»: Kurs teoreticheskoy fiziki Landau i Lifshitsa v kulturno-istoricheskom kontekste // *Vsb.: Issledovaniya po istorii fiziki i mekhaniki*. 2004. М.: Nauka, 2005. S. 156–205. (rus.)

11. **Klopskiy V.M., Skopets Z.A., Yagodovskiy M.I.** Geometriya: Ucheb. posobiye dlya 9 i 10 klassov sredney shkoly. 6-ye izd. М.: Prosveshcheniye, 1980. S. 42. (rus.)

12. *Byulleten Nauchno-metodicheskogo soveta po fizike*. 2012. № 4 / Sost. N.M. Kozhevnikov. SPb.: Izd-vo politekh. un-ta. 2012. 84 s. (rus.)

13. www.fgosvpo.ru (rus.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

КОЖЕВНИКОВ Николай Михайлович — доктор физико-математических наук профессор заместитель заведующего кафедрой экспериментальной физики института физики, нанотехнологий и телекоммуникаций Санкт-Петербургского государственного политехнического университета заслуженный работник высшей школы Российской Федерации, ученый секретарь Научно-методического совета по физике Министерства образования и науки РФ; 195251, ул. Политехническая, 29, Санкт-Петербург, Россия; e-mail: nkozhevn@mail.ru.

AUTHOR

KOZHEVNIKOV Nikolay M. — St. Petersburg State Polytechnical University; 195251, Polytechnicheskaya Str. 29, St. Petersburg, Russia; e-mail: nkozhevn@mail.ru