

ЭТЮДЫ
ОБ УЧЁНЫХ

РЕВОЛЮЦИОНЕР ПРОТИВ СОБСТВЕННОЙ ВОЛИ

К 150-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ МАКСА ПЛАНКА



Каждый раз, когда внимательно вглядываешься в строгие, подчас отрешённые лица классиков науки, поневоле ощущаешь в их глазах напряжение вечной в своём безудержном движении человеческой мысли, направленной на постижение законов мироздания и определявшей смысл их жизни.

Достойное место среди таких учёных занимает Макс Планк – немецкий физик-теоретик, исследователь теплового излучения и один из основоположников квантовой теории. Он воспитывался на идеалах классической физики и мыслил в рамках господствовавшей в ней парадигмы. “От природы (он) был консерватором; у него ничего не было от революционера...” [1].

В обществе всегда немало тех, кто считает учёных консерваторами. В какой-то мере они правы, ибо только учёный знает истинную цену накопленного научного знания, дорожит им и лучше других понимает, насколько трудно что-либо изменить в нём. И М. Планк, пока это было возможно, в своей исследовательской деятельности хранил верность идеалам классики.

Родился М. Планк 23 апреля 1858 г. в Киле в семье профессора права. Его детство и юность прошли в Мюнхене, где он учился вначале в классической гимназии, а затем, увлекшись музыкой,

математикой и физикой, предпочёл всё-таки точные науки. В 16 лет он поступает и учится в течение трёх лет в Мюнхенском университете, после чего год проводит в знаменитом Берлинском.

Здесь, по признанию М. Планка, его занимают не столько сами лекции даже таких светил науки, как Г. Кирхгоф и Г. Гельмгольц, сколько изучение трудов Р. Клаузиуса. “Доступный язык и ясность которых произвели на меня сильное впечатление, и я углублялся в них со всё большим воодушевлением. В особенности ценил я точную формулировку обоих начал теории теплоты...” [2, с. 650].

Возвратившись в 1878 г. в Мюнхен, М. Планк сдает экзамен на право преподавания физики и математики в высшей школе, а спустя год защищает докторскую диссертацию “О втором законе механической теории тепла”, в которой даёт общую формулировку закона энтропии. Однако на тогдашнюю научную общественность его труд заметного впечатления не произвёл и по достоинству не был оценён.

Вначале учёный работает в Мюнхенском университете, затем избирается профессором Кильского университета, а потом надолго – Берлинского. В последнем его назначают заведующим кафедрой теоретической физики философского факультета, причём как раз в то время, когда эта наука среди физиков особой популярностью не пользовалась. После смерти в 1894 г. А. Кундта и Г. Гельмгольца 36-летний М. Планк продолжает заниматься теоретической физикой.

Жизнь М. Планка в начале его научной деятельности была полна неустroенностей и непризнаний со стороны коллег, в годы фашизма и Второй мировой войны – общественных заблуждений и разочарований, в семейной жизни – личных драм и трагедий.

М. Планк вспоминал: “...Лишь изредка мне удавалось, а точнее, никогда не удавалось получить всеобщее признание какого-нибудь нового утверждения, правильность которого я мог доказать совершенно строго, но только теоретически” [2, с. 655]. И это неудивительно, поскольку основной и наиболее почитаемой среди физических дисциплин долгое время оставалась экспериментальная физика.

Тем не менее по мере получения существенных, а затем и выдающихся научных результатов

М. Планк становится самым известным из берлинских физиков, а с начала XX столетия считается ведущим теоретиком Германии. О том свидетельствуют и внешние, не менее важные для учёного, атрибуты научной славы: в 1894 г. он член Берлинской АН, в 1902–1938 гг. – её неперемный секретарь, а с 1911 г. – президент Общества кайзера Вильгельма. В 1919 г. М. Планк удостоивается Нобелевской премии “в знак признания его заслуг в деле развития физики благодаря открытию квантов энергии”.

Но это будет много позже. Вначале же, преодолевая равнодушие коллег к своим теоретическим изысканиям, М. Планк упорно и настойчиво решает интересующие его проблемы. Прежде всего это были второй закон и энтропия. Пытаясь понять их природу, учёный обращается к теории теплового излучения в толковании В. Вина, совершенствует её и в итоге выходит на кванты энергии, вознёсшие его на пик научной славы.

В те времена велись поиски закона распределения энергии в спектре равновесного излучения абсолютно чёрного тела в зависимости от абсолютной температуры. Опираясь на исследования Г. Кирхгофа, Л. Больцмана и В. Вина и учитывая тот факт, что “закон распределения энергии в спектре Вина справедлив не всегда” [2, с. 249], М. Планк после немалых усилий выводит для этого закона формулу, соответствующую тогда же полученным экспериментальным данным.

А далее возникла необходимость “дать надлежащее обоснование этого закона” [2, с. 439], через два месяца статистическое обоснование было получено. В качестве чисто вычислительного приёма учёный использовал представление о дискретных элементах энергии осцилляторов. Он получает значение “элемента энергии” (термин М. Планка), зависящее от частоты излучения.

Сообщение о коэффициенте пропорциональности h , входящем в формулу кванта энергии, появилось в докладе 42-летнего учёного “К теории закона распределения энергии в нормальном спектре”, представленном Немецкому физическому обществу 14 декабря 1900 г. Тогда же им были получены константа, позднее названная константой Больцмана, постоянная Авогадро, а также заряд электрона, значения которых совпали с ранее вычисленными.

Впоследствии М. Планк с удовлетворением заметит: “Для меня явилось большой неожиданностью и радостью, когда Дж. Франк и Г. Герц, проводившие опыты по возбуждению спектральной линии посредством электронных ударов, нашли метод для измерения этой константы”. Но теперь, продолжает учёный, следует “этой странной константе придать физический смысл. Ибо её введение означало разрыв с классической теорией...” [2, с. 442].

Спустя три десятилетия М. Планк напишет: “В стремлении достигнуть понимания экспериментальных фактов на основе обоих начал термодинамики я пришёл к радикальной гипотезе, что множество состояний, в которых может находиться колеблющаяся излучающая система, является дискретным, счётным, а различие между двумя такими состояниями характеризуется одной универсальной постоянной, элементарным квантом действия” [2, с. 512].

Коллеги М. Планка оценили его открытие вначале весьма скромно. Л. де Бройль назвал гипотезу квантов энергии “остроумным приёмом, позволяющим улучшить теорию интересного, но в общем-то довольно частного явления...”. В. Гейзенберг объяснил это желанием учёного «добиться ясности в не решённой ещё проблеме излучения “чёрного тела”». А. Зоммерфельд увидел в гипотезе лишь удачную “форму объяснения, а не физическую реальность...”

Планковский квант действия выступил в науке как “возмутитель спокойствия” (Л. де Бройль), как “заноза в учёных умах” (В. Гейзенберг), “таинственный вестник из реального мира”, внесший в физику “нелогичность” (Л.Д. Ландау). По убеждению нынешних физиков, сегодня без постоянной Планка “нельзя последовательно описать ни одно явление квантовой физики” [3].

Тем не менее с позиций даже современного учёного, отстоящего от того великого свершения на целый век, оценка открытия М. Планка выглядит в чём-то обыденной: «С математической точки зрения, это была лишь замена непрерывного множества значений энергии дискретным множеством... а число h он подобрал так, чтобы получить согласие с экспериментом». И далее: “Очевидно, что Планк занимался при этом не чем иным, как подгонкой” [4].

Главную роль в привлечении внимания к гипотезе М. Планка и в её признании сыграет А. Эйнштейн. В 1905 г. он приходит к выводу, что энергия света может излучаться и поглощаться колеблющейся частицей только в виде так называемых “квантов излучения” (названных позднее фотонами), величина которых равна произведению постоянной Планка на частоту колебаний. В 1907 г. учёный использует гипотезу о квантах энергии при исследовании теплоёмкости твёрдых тел при низкой температуре.

Сам М. Планк, по его собственному признанию, неоднократно пытался “ввести квант действия в систему определений классической физики” [2, с. 442]. В 1909 г. он выступает на I Сольвевском конгрессе с докладом “О законе чёрного излучения и гипотезе элементарного количества действия”, который широко обсуждался участниками конгресса: Лоренцем, Пуанкаре, Эйнштейном, Зоммерфельдом, Вином и другими.

Позднее стало очевидно, что своим открытием М. Планк положил начало революции в понимании микромира. Объяснение фотоэффекта А. Эйнштейном, построение квантовой модели атома Н. Бором, открытие соотношения Л. де Бройлем, создание квантовой механики и установление соотношения неопределённости В. Гейзенбергом привели к осознанию фундаментальной роли постоянной Планка для развития квантовой механики и физики элементарных частиц.

Если проследить “линии влияния” квантовой гипотезы М. Планка на последующее развитие физики микромира, то итог исследований “в русле” квантовых представлений – появление матричной и волновой механики, квантовой теории поля, квантовой статистики, квантовой оптики, квантовой химии и других дисциплин.

Наблюдая за активным применением своей постоянной в построениях квантовой механики и теории атома, М. Планк окончательно согласится с тем, что “с появлением элементарного кванта действия в физике наступила новая эпоха” [2, с. 431]. Оценивая вклад учёного в развитие физики, А. Эйнштейн подчеркнёт, что Планк убедительно показал: “...кроме атомистической структуры материи, существует своего рода атомистическая структура энергии, управляемая универсальной постоянной...” [5, с. 257]. В наши дни постоянная Планка считается фундаментальной физической константой.

Обнаружение М. Планком новой фундаментальной постоянной привело его в 1899 г. к соображениям о целесообразности поиска естественных единиц измерения. Он приходит к выводу, что на основе комбинации гравитационной постоянной, скорости света и новой постоянной (постоянной Планка) в научный и повседневный обиход целесообразно ввести “естественные единицы измерения” длины, времени, массы и температуры [2, с. 232–233]. По М. Планку, эти единицы сохраняют свои численные значения при неизменности законов тяготения, термодинамики и скорости света. Со временем идеи учёного были восприняты как весьма плодотворные. Сегодня на актуальный для науки вопрос: “Не мираж ли шкала Планка?” академик Л.Б. Окунь, приводя свои соображения за и против, отмечает, что “даже в рамках обычной астрофизики планковские единицы воспринимаются в наше время как естественные” [6, с. 191].

Особой популярностью пользуется масса Планка, которая “рассматривается как фундаментальная физическая величина, характеризующая энергетический масштаб теорий суперобъединения всех взаимодействий...” [6, с. 181]. По замечанию нобелевского лауреата Д. Гросса, для занятий физикой “в масштабах шкалы Планка” целесообразен переход от стандартной модели физики

элементарных частиц к теории струн. Возможно, она приведёт к более глубокому пониманию законов микромира [7, с. 36].

М. Планк одним из первых понял и принял теорию относительности. В 1913 г. он вместе с В. Нернстом прилагает немалые усилия, чтобы пригласить А. Эйнштейна в Берлинский университет, для продолжения исследований. К тому времени М. Планк уже провёл ряд собственных исследований по эйнштейновской теории.

Исходя из справедливости принципа относительности, учёный выявляет форму основных уравнений механики материальной точки в релятивистской физике и показывает, по определению А. Эйнштейна, что “принцип наименьшего действия имеет в теории относительности такое же фундаментальное значение, как и в классической механике” [5, с. 13]. Он же впервые рассматривает вопрос о динамике излучения движущегося абсолютно чёрного тела, разрабатывает релятивистскую теорию термодинамических процессов.

Таким образом, подобно многим своим великим современникам, М. Планк принял активное участие в создании и развитии квантовой механики и теории относительности, “перед которыми, – по замечанию Г. Вейля, – меркнет всё остальное”. Его слава первооткрывателя квантов энергии, положение в мировой науке и научные связи привлекали к нему пристальный интерес со стороны не только европейских, но и российских, а затем и советских учёных.

В разные годы своей жизни М. Планк переписывался или встречался лично с В.А. Михельсоном, Б.Б. Голицыным, П.Н. Лебедевым, Я.И. Френкелем, С.И. Вавиловым, Л.И. Мандельштамом, был в дружеских отношениях с А.Ф. Иоффе и Н.В. Тимофеевым-Ресовским, другими отечественными учёными. В 1925 г. М. Планк побывал в СССР на праздновании 200-летия Российской академии наук. С 1926 г. М. Планк – иностранный член АН СССР.

М. Планк не был узким профессионалом. Он обращался к роли физической науки и её исследователей в постижении реального мира и неоднократно высказывал свои взгляды на понимание тонкостей научного познания в физике в дискуссиях по поводу энергетических представлений В. Оствальда и экономии мышления Э. Маха.

В зрелые годы М. Планк систематически занимался общенаучными, философскими и методологическими вопросами физики и физического познания. Этим вопросам посвящены его статьи “Единство физической картины мира”, “Новые пути физического познания”, “Происхождение и влияние научных идей”, “Смысл и границы точной науки” и многие другие.

Заметным этапом в творческой деятельности М. Планка явилось преподавание в высшей шко-

ле. Он уделял немало сил и энергии воспитанию молодёжи, формируя у неё научные и мировоззренческие представления, передавал студентам собственное видение и толкование физической науки, раскрывал роль научного знания для мировоззрения и практики.

Монографии и учебные пособия “Принцип сохранения энергии”, “Лекции по термодинамике”, “Теория теплового излучения”, “Восемь лекций по теоретической физике” пользовались популярностью и неоднократно переиздавались. “То удовольствие, которое испытываешь, когда берёшь в руки эти книги, – писал А. Эйнштейн, – в немалой степени обусловлено простым, поистине художественным стилем, присущим всем работам Планка” [5, с. 13].

Будущее науки М. Планк видел в хорошем образовании: “Правильное планирование школьного обучения является одним из важнейших условий научного прогресса... Не так важно, чему учат в школе, а важно, как учат... Функция школы ... в том, чтобы выработать последовательное методическое мышление... При этом важно заботиться не столько об изучении большого числа фактов, сколько о правильной их трактовке” [8, с. 189].

В речи, произнесённой при вступлении в должность ректора Берлинского университета, М. Планк так определил назначение вузовского образования: “Несомненно, что воспитание научной самостоятельности является высшей задачей академического преподавания, а научные убеждения, приобретённые добросовестной работой, являются прочной опорой также и для морального мирозерцания, которое тоже может противостоять всем превратностям жизни” [8, с. 84].

Однако, несмотря на свой авторитет, М. Планк собственной школы, подобно школам А. Кундта, А. Зоммерфельда или М. Борна, так и не создал, хотя и имел отдельных учеников и ассистентов (М. Лауэ, М. Абрагам, Г. Герц, Дж. Франк, Э. Цермело, Л. Мейтнер и другие). Очевидно, это объяснялось его непомерными требованиями к самостоятельности будущего учёного и многочисленными административными обязанностями секретаря академии, не позволявшими ему вплотную заняться воспитанием смены.

Выступая в марте 1947 г. перед студентами, он заключил доклад следующими проникновенными словами: “Тот, кто имел счастье принимать участие в создании точной науки, обретёт высшее удовлетворение и внутреннее спокойствие в сознании, что он исследовал исследуемое и спокойно уважал неисследованное” [9, с. 161]. Можно предположить, что учёный вложил в эти слова как оценку собственного труда в науке, так и последнее напутствие молодёжи.

М. Планк всегда оставался преданным гражданином своей страны. Однако присущие ему наивность и неопытность в политике и социальной жизни в целом приводили к поступкам, о которых он впоследствии глубоко сожалел. Вначале это были милитаристские настроения 1914–1918 гг., воспевание немецкой чести и достоинства, железной воли к победе.

А спустя два десятка лет – его смирение перед фашизмом, не позволявшее ему, “националистически настроенному немцу” [9], даже при его антифашистских взглядах достаточно активно выступать в защиту учёных, не угодных новому режиму Германии. Единственное, что в этих условиях оставалось великому М. Планку, – это идти на компромиссы с режимом, лишь бы уберечь немецкую науку от полного уничтожения, а молодёжь – от деградации и мистицизма.

Фашистский режим для М. Планка и других немецких учёных обернулся невосполнимыми материальными и духовными потерями: изоляцией немецкой науки по окончании Первой мировой войны и основательным её разгромом в годы гитлеризма. Учёный испытал глубокое разочарование в той власти, которой он неукоснительно верил, но которая принесла народам неисчислимые разрушения и страдания. Несмотря на привилегированное положение М. Планка, страдания не обошли стороной и его.

Человеческие потери учёного опустошающи. В 1909 г. умирает его первая жена, с которой он счастливо прожил более 20 лет. Старший сын Карл погибает в Первую мировую войну в сражении под Верденом. При родах умирают обе его дочери. Как участник заговора против Гитлера был казнён его сын Эрвин. Сам М. Планк в конце войны попал под бомбёжку и едва не погиб. И всё же до конца своей нелёгкой жизни он сохранял хорошее здоровье и работоспособность, что во многом объяснялось педантичной целеустремлённостью его духа и поведения, строгой регулярностью и простотой повседневной жизни.

Великий учёный скончался 4 октября 1947 г. в возрасте 89 лет в Гёттингене. Здесь у своих родственников он со второй женой прожил последние два года и здесь же был похоронен. На это печальное для физиков мира событие А. Эйнштейн откликнулся словами: “Человек, которому было суждено одарить мир великой созидательной идеей, не нуждается в похвале потомства. Его творчество даровало ему более значительное благо”.

*Р.Н. ЩЕРБАКОВ,
доктор педагогических наук*

ЛИТЕРАТУРА

1. Борн М. Размышления и воспоминания физика. М.: Наука, 1977. С. 59.
2. Планк М. Избранные труды. М.: Наука, 1975.
3. Пономарёв Л.И. К столетию открытия кванта действия // Исследования по истории физики и механики. 2002. М.: Наука, 2003. С. 10.
4. Менский М.Б. Человек и квантовый мир. Фрязино: Век 2, 2005. С. 33–35.
5. Эйнштейн А. Собрание научных трудов. Т. IV. М.: Наука, 1967.
6. Окунь Л.Б. Фундаментальные константы физики // Успехи физических наук. 1991. Т. 161. № 9.
7. Гросс Д. Грядущие революции в фундаментальной физике // Знание и сила. 2007. № 10.
8. Планк М. Единство физической картины мира. М.: Наука, 1966.
9. Гернек Ф. Пионеры атомного века. М.: Прогресс, 1974.