Пионеры атомного века (Великие исследователи от Максвелла до Гейзенберга) (fb2)

- Пионеры атомного века (Великие исследователи от Максвелла до Гейзенберга)
862K (скачать fb2) (купить) - Фридрих Гернек

Гернек Фридрих Пионеры атомного века (Великие исследователи от Максвелла до Гейзенберга)

Фридрих ГЕРНЕК
Пионеры атомного века
Великие исследователи от Максвелла до Гейзенберга
ОГЛАВЛЕНИЕ
Наука на рубеже двух эпох
Предисловие
Майнаускоe заявление лауреатов нобелевской премии
Джеймс Клерк Максвелл
Генрих Герц
Вильгельм Конрад Рентген
Мария и Пьер Кюри
Макс Планк
Альберт Эйнштейн
Макс Фон Лауэ
Нильс Бор и Вернер Гейзенберг
Эрвин Шрёдингер и Макс Борн
Отто Ган и Лиза Мейтнер
Ответственность науки
Библиография, Литература
Наука на рубеже двух эпох
Имя Фридриха Гернека, исследователя науки

[-] Вход для пользователей

Имя пользователя:

Пароль:

Remember me

Вход в с

Log in using OpenID

Создать новую учетную запись
Запросить новый пароль

[-] Поиск книг

искать!

Расширенный поиск
Популярные книги
Помогите найти!..

[-] Навигация

Книги
Последние поступления
Жанры
Авторы
Сериалы
Премии

Библиотечное
ЧаВо
Новости
Помогите найти!..
Совет недели
Вычитка
Планы библиотеки
наши переводы
сделанные нами книги
тема для авторов
История

Другие библиотеки

из ГДР, уже знакомо советским читателям, интересующимся историей науки новейшего времени. Перевод написанной им биографии А. Эйнштейна был выпущен издательством "Прогресс" в 1966 году и существенно дополнил имеющуюся на русском языке обширную литературу о "великом преобразователе естествознания".

Предлагаемая вниманию советских читателей новая книга Ф. Гернека "Пионеры атомного века" - включает ряд биографических очерков, в которых дается представление о вкладе в создание современной физики, сделанном учеными конца XIX в. - первой половины XX века. В центре внимания Ф. Гернека находится деятельность немецких ученых. Рассматривая новую физику как итог усилий многих и многих исследователей, автор, кроме ученых, имена которых стоят в заголовках, скупыми, но точными мазками выписывает фигуры Больцмана, Клаузиуса, Гельмгольца, Кирхгофа, Пуанкаре, Беккереля, Резерфорда, Гиббса, Луи де Бройля, Ферми, Дирака, Иоффе и многих других. Ученые других стран введены в ткань повествования в первую очередь через их взаимоотношения с немецкими коллегами. Отбор основных фигур для изображения, особый "немецкий" угол зрения на события в науке последнего столетия, характерный для книги Ф. Гернека, обусловлен, с одной стороны, документальным материалом, который имелся в распоряжении автора, а с другой стороны, той конкретной читательской аудиторией, для которой предназначалась эта работа. Сознательно реализуя марксистскую методологию исторического исследования, автор проводит очень тонкую и сложную операцию по восстановлению национальной чести немецкой науки, попранной чудовищными преступлениями фашизма. Ведь еще живы поколения читателей, помнящих, как под лозунгом сохранения чистоты "германской физики" вершились преступления против подлинной науки: только в промежуток между 1933 и 1938 годами Германию вынуждены были покинуть около двух тысяч крупных ученых.

Как показывает опыт историографических

- SU.BOOKS
- Научная литература
- Энциклопедии
- Картины

- Программы
- ЖЖ

[-]

Впечатления о книгах

fylhtq про Зорич: Завтра война
pkn ругает, значит обязательно нужно читать!

VladKi про Смирнов: Стратег
Автор пишет для телепузиков. Одни и те же фрагменты повторяются раз так ... (но больше чем 2)
А в целом идея серии забавная. Заставлю себя дочитать чтобы узнать чем все закончится (если будет последний том)

Рыжий Тигра про Дашкиев: Загибель Уранії
"На Землю прилетает гость из иной звёздной системы. Это сложная кибернетическая машина, которая управляется полностью автоматически. Она рассказывает людям о далёкой планете Пирейе и об ужасной тагедии, случившейся на ней.
Новый роман писателя призывает к бдительности, к ещё более активной борьбе за мир".

Одна из лучших книг моего детства. А образ врача Тесси Торн помог выбрать профессию многим моим друзьям. Весьма рекомендую!

Насколько я в курсе, на другие языки рома не переводился. Было два издания - 1960 г. (это) и 1968 г. (сокращённое).

исследований науки, вопрос о "национальном" - один из самых сложных, и для многих авторов он оказывался камнем преткновения. Здесь всегда существует возможность судить по формуле "на голову выше". Буржуазный национализм многолик, но он во сто крат отвратительнее, когда проявляет себя в науке. Еще А.П. Чехов отметил в одной из своих записных книжек: "Национальной науки нет, как нет национальной таблицы умножения; что же национально, то уже не наука" [1]. В значительной мере книга Ф. Гернека обосновывает тезис о независимости содержания истинного знания, добываемого средствами науки, от национальной принадлежности ученого. Но если научное знание даже по форме не может быть национальным, то этого нельзя сказать о людях, делающих науку. Они всегда принадлежат определенному народу, определенной исторической эпохе, определенному общественному классу. В исследовании науки необходимо учитывать также и то, что наука, особенно в современную эпоху, выступает как социальное явление, институционально оформленное и нагруженное определенными социальными функциями, в первую очередь функцией - быть непосредственной производительной силой под эгидой тех классов, которые господствуют в сфере материального производства, то есть быть средством экономического и политического господства.

Изображение науки, не учитывающее того, какой вклад в развитие общечеловеческого познания вносят представители той или иной нации, того или иного класса этой нации, рискует оказаться далеким от истины, внеисторическим. Ф. Гернек на протяжении всей книги довольно убедительно показывает, почему множество физических теорий конца XIX и начала XX века увидело свет с маркой "made in Germany".

Специальный угол зрения, своеобразная "система отсчета", от которой отправляется в своих поисках Ф. Гернек, состоит в том, чтобы показать историю физики за столетний период через призму истории своей, отечественной,

Zitar про Лукьяненко: Прозрачные витражи

Витражи писались в интернете выкладыванием нескольких кусков и дальнейшим голосованием. Сложно требовать от такой нарезки художественных качеств, вот их и нет.

---

relaxlion про Уоттс: Ложная слепота

Ну, не знаю... На вычитку была потрачена неделя, использован Afterscan, разные браузеры...
А книга выдающаяся. Не так уж часто среди 'фантазёров'-писателей попадаются ученые.
Ну да, кое-где переводчик чуть схалтурил, могу перечислить: 'splice'n'dice', 'I am im Mankoy', 'a hash of Batespeak'...
Блаженны, читающие в оригинале.

Inuki про Фрумкин: Программист

Банальщина жуткая.
Ну и по традиции то ли автор, то ли корректоры положили на орфографию. А уж за фразы типа "одевать нэтфон" убивать надо.
Во что, интересно, одевают нэтфоны?

---

denysenko про Валентинов: Механизм пространства

олди-валентинов как обычно держат марку. второй том даже интереснее первого.

---

analist про Рубина: Белая голубка Кордовы

Книга хороша, и хороша весьма.

Заметить хочу вот что - книга эта очень женская, и в этом её неоспоримая прелесть.

Часто "женской прозой" костерят все, что не соответствует высоким стандартам интеллектуалов; это

немецкой физики. В этом отношении его книга в чем-то схожа с "Очерками истории развития советской физики". Э.В. Шпольского, "Историей физики" итальянца Марио Льоцци и с книгой Митчела Уилсона об американских ученых и изобретателях. В то же время она может в определенном отношении конкурировать не только с такими работами, как занимательно написанная книга американской журналистки Барбары Клайн или увлекательный рассказ о "Приключениях великих уравнений" Вл. Карцева, но и с довольно многочисленными строго академическими историями атомной физики, принадлежащими перу как отечественных, так и зарубежных авторов. В частности, она в какой-то мере дополняет используемые в качестве учебных пособий по истории физики книги Б.П. Спасского и Л.С. Кудрявцева.

В работе Ф. Гернека довольно много выходов в философскую проблематику, связанную с развитием физического знания и с проблемами научного познания вообще. Поэтому она может занять место и на книжной полке философа рядом с такими исследованиями, как "Три аспекта атомистики" Б.М. Кедрова, "Философские вопросы современной физики" В.С. Готта, "Философские основания физики" Р. Карнапа, "Философия и физическая теория" М.В. Мысливченко, "Развитие представлений о структуре атома" И.С. Алексеева и многочисленными работами Б.Г. Кузнецова.

Книга Ф. Гернека "Пионеры атомного века" существенно дополнит библиотеку биографий выдающихся физиков. Хотя за последнее время в нашей стране издано немало биографий ученых, однако по одним персоналиям мы наблюдаем перепроизводство (за последние годы биографий Эйнштейна издано 3, Резерфорда - 3, Э. Ферми - 2), а по другим - отсутствие иных источников, кроме небольших статей в справочной литературе. В книге Ф. Гернека советский читатель найдет творческие биографии таких крупных ученых, как Э. Шрёдингер, В. Гейзенберг, О. Ган, Л. Мейтнер.

В обширной литературе о науке среди книг, написанных физиками и лириками, математиками

другая книга. Она умная, тонкая, жизненная и она не смотря на очевидную маскулинность главного героя, вся высказана с женского голоса. Не девичьим, не бабьим - женским.

Прекрасно, как неожиданный душевный разговор с очаровательной, умной, но увы - не свободной попутчицей.

---

gramb про Дойников: Возвращение Варяга

Не люблю "альтернативную историю" ,но эта книга понравилась.Не часто встретишь РУССКУЮ точку зрения на историю в "альтернативной истории"
Вот и yr137 это не понравилось 2 страницы из полутора тысяч о евреях ,максимально политкоректно.Но уже автор антисемит.Хотя мнение о причинах еврейской революционности высказывает не автор а герой.

---

behemmoth про Фрай: Чужак

(отстраненно, почти не намекая ни на кого из присутствующих)
Похоже, что наряду с термином вольх-ня пора придумывать и термин для обозначения поклонников оной вольх-ни. Или же, скорее, диагноз. А когда вольх-ню ставят в пример "Лабиринтам"... Эх, пропал калабуховский дом!

Анти-оффтопик) :
Весь цикл - великолепен, хотя, возможно, и на любителя. Лучшее определение, которое можно подобрать - "уютный". Книги про Эхо надо читать у камина в любимом кресле под теплым пледом и с чашечкой (вставить по вкусу).

и писателями, инженерами и философами, историками и журналистами и рассчитанных на любой вкус любого читателя, работа Ф. Гернека займет свое место как богато документированный, доступный каждому грамотному человеку источник информации по проблемам, касающимся жизни и творчества создателей современной физики.

Автор стремится быть верным принципу, сформулированному им еще в предисловии к изданию биографии А. Эйнштейна: ослепляющий блеск славы, сопутствующий творцам новой физики, не должен мешать исследователю выявлять и писать правду, и только правду; история науки, даже в ее популярной форме, должна стремиться к воссозданию подлинной исторической картины, свободной от легенд и околонаучных мифов. К достижению этой цели автора ведет критическое использование имеющейся уже литературы и опора на документальный материал.

Интересна форма, в которую в конце концов вылилось у Ф. Гернека повествование о судьбах науки. Зародившись как цикл лекций для студентов различных факультетов Университета имени Гумбольдта, материал и в книжном варианте сохранил многое из того, что характерно для устных, доверительных бесед с аудиторией с глазу на глаз. Автор довольно плодотворно использует идею А. Эйнштейна об истории физики как "приключениях познания", развертывая иногда повествование по канонам детективно-приключенческого жанра, не жертвуя, однако, при этом документальной достоверностью. Все это позволяет приобщить к истории физики как тех, кто избрал эту науку своей специальностью, так и людей чисто гуманитарного склада.

Успеху в разрешении поставленной задачи содействует также особенность авторского стиля. Собственный авторский текст стилистически нейтрален, несколько даже суховат. При помощи сравнительно простых языковых средств Ф. Гернек создает ткань повествования, своего рода "холст", на котором богатейшим набором стилистических красок, свойственных

ЗЫ: сверхспособности Макса - объясняются. В конце цикла. В двух словах не объяснить, так что - читайте)))

Липа про Шумская: Чародеи на практике

Может кто занет, когда здесь появится 5 -я книга в Альфе она уже издана?

BobberRU про Зорич: Завтра война

После прочтения небрежно отброшена. Продолжение не нужно. На странице книги http://lib.rus.ec/b/162311 есть исчерпывающая характеристика от "pkn".

Все впечатления

[-]

Теги книг

Хьюго драконы Warhammer 40000 WH40k Военная история eBookDownloader Третий рейх Вторая Мировая Война Новая Хронология спортивный бридж фэнтези Тайны древних Цивилизаций война Mythopoetic Awards вампиры С Небьюла Си фантастика Cisco магия Букеровская

используемому документальному материалу, рисует запоминающуюся картину событий из истории науки. Однотонность авторского текста становится также отличным фоном для выявления своеобразия мышления изображаемых в книге деятелей науки.

В отличие от многих и многих популяризаторских книг, авторы которых то впадают в беллетристическую патетику, то, как бы опасаясь обвинений в некомпетентности, вдруг обрушивают на читателя груз специальных терминов, символов и формул, Ф. Гернек, используя богатейшие возможности слова, обычным естественным языком описывает тот период в истории физики, когда в ней создаются сложнейшие творческие построения: теория относительности и квантовая механика. Он обошелся без формул, не вульгаризируя и не упрощая идей великих естествоиспытателей. Исключение составляют только несколько раз встречающиеся символ постоянной Планка h и знаменитое уравнение E = mc2, сопровождаемое высказыванием М. Борна: с открытием расщепления урана и цепной реакции формула Эйнштейна стала "своего рода связующим звеном между физикой и политикой". Физическая формула, ставшая политическим символом, достойна того, чтобы стать исключением.

Композиция книги в достаточной степени продумана и обоснована. Книга делится на десять глав, каждая из которых сама по себе есть законченное целое: это биографии великих естествоиспытателей, творчество которых составляет особые этапы в развитии физики. Форма документальной биографии, причем биографии, организующим центром которой является решающее открытие, сделанное ученым, позволяет показать историю физики в разных ее аспектах, развернуть стереоскопически зримую панораму событий. В основу композиции книги положена великая драма науки, открывшей одну из могущественнейших сил природы в условиях перехода капитализма в последнюю стадию своего существования - империализм. Начав с поисков решения чисто познавательных задач и с

премия Локус Лабиринты истины СамИздат сказка Загадки истории ведьма Ролевые игры любовь Кригсмарине история Захария Ситчин Версии мировой истории журнал CCNP оборотни Нибиру Аннунаки

. . .

[-]

Поиск по сайту

Поиск

– искать везде

[-]

* * *

[-]

Рюкзачок

Перехватывать закачки

Список Очистить

Всего книг: **0**. Добавить:

теоретического объяснения "случайно" открытых неизвестных дотоле электромагнитных явлений и естественной радиоактивности, будучи глубоко убеждены, что все это не имеет никакого отношения к повседневному производству и политической борьбе, ученые "вдруг" оказались в ситуации выбора: с кем идти? Служить ли силам войны и буржуазной реакции, размахивающим над планетой ядерной бомбой, или объединиться с силами мира и социального прогресса.

Описание великой драмы науки, документальное расследование "приключений познания", оказавших неизгладимое влияние на все сферы общественной жизни, и в особенности на арсенал средств вооруженной политической борьбы классов и мировых социально-политических систем, опирается на марксистско-ленинскую концепцию науки, сознательно принятую автором в качестве единственной последовательно научной методологии исследования истории естествознания.

Эта концепция, подтвержденная богатейшим фактическим материалом, нашедшим отражение на страницах книги, признает марксистскую теорию науки неотъемлемой частью научного, диалектико-материалистического учения о пролетарской социалистической революции. Самое существенное в этой теории состоит в там, что она раскрывает историю создания буржуазией одной из мощнейших производительных сил, которая используется в борьбе с феодализмом, а затем становится средством эксплуатации и сверхэксплуатации покупаемой буржуазией рабочей силы пролетария. Вопрос об отношении социалистической революции к науке как производительной силе и социальному институту, созданному буржуазией, есть поэтому вопрос об изъятии этой силы из ведения буржуазии и передачи ее в руки пролетарского социалистического государства.

Многие места в книге Ф. Гернека являются яркой иллюстрацией основных положений социологии науки, сформулированных К. Марксом в рукописи 1861...1863 годов "К критике политической экономии". К. Маркс

отмечал: "Капиталистический способ производства первым ставит естественные науки... на службу непосредственному процессу производства, тогда как, наоборот, развитие производства дает средства для теоретического покорения природы. Наука получает призвание быть средством производства богатства, средством обогащения"[2]. Воплощаясь в машинах и в производственных процессах и становясь вследствие этого производительной силой капитала (частью постоянного капитала), "наука выступает как чуждая, враждебная труду, господствующая над ним сила" [2]. Эта социально-экономическая функция науки в условиях капитализма детерминирует и социальный статус ученых. "Люди науки, поскольку эти" науки используются капиталом в качестве средства обогащения и тем самым сами становятся средством обогащения также для людей, занимающихся развитием науки, конкурируют друг с другом в стремлении найти практическое применение этой науки" [2].

Ф. Гернек воссоздает средствами документального повествования картину науки на изломе времен, на рубеже двух эпох - эпохи зарождения предпосылок и условий социализма в недрах капитализма и эпохи революционных социалистических преобразований.

Развиваемая и документально обосновываемая Ф. Гернеком теоретическая характеристика социального статуса науки и ученых, функционирующих в условиях капиталистического способа эксплуатации, потребует от читателя, привыкшего к чисто просветительному пониманию всего, что связано с уважаемыми им именами Д.К. Максвелла, О. Гана, А. Эйнштейна, Л. Мейтнер, М. Планка, которых он воспринимает только как сеятелей разумного, доброго, вечного, известной социально-психологической перестройки и ломки "антисоциологических" предубеждений.

Об основных положениях марксистской социологии науки, на которых Ф. Гернек строит свой анализ истории физики, приходится говорить именно потому, что, как свидетельствуют факты, ученые на Западе

сравнительно поздно обнаружили трагическую связь науки с большой политикой, связь между наукой и экономикой. Причем эта связь была понята ими в духе апологетического самосознания, которому наука представляется "решающим экстрапродуктивным сектором человеческой деятельности" и "решающим фактором социального прогресса" [3].

И дело не только в том, что почти все физики, биографии которых представлены в книге Ф. Гернека, были выходцами либо из буржуазных, либо из дворянско-аристократических слоев общества. Решающими здесь оказываются те требования, которые наука как социальный институт буржуазного общества предъявляет своим будущим активным агентам, и то, каким образом это общество воспитывает и формирует их. Механизм подготовки творца идей в сфере буржуазного духовного производства в его немецко-баварском варианте конца XIX века, то есть как раз того периода, когда происходило формирование немецких физиков, описываемых в книге Ф. Гернека, мастерски изображен Л. Фейхтвангером в памфлете "Автор о самом себе": "98 преподавателей в общей сложности обучали его 211 научным дисциплинам, среди которых были древнееврейский язык, прикладная психология, история верхнебаварских владетельных князей, санскрит, сложные проценты, готский язык и гимнастика, но не было ни английского языка, ни политической экономии, "и истории Америки. Писателю Л. Ф. понадобилось целых 19 лет на то, чтобы полностью вытравить из своей памяти 172 из этих 211 предметов. За годы его учения имя Платона упоминалось 14 203 раза, имя Фридриха Великого - 22 614 раз, а имя Карла Маркса не упоминалось ни разу" [4]. И если "способный естествоиспытатель" и одновременно "истинно набожный человек" Д.К. Максвелл был глубоко убежден в том, что деление людей на бедных и богатых угодно богу, что всегда поэтому будут существовать рабы и господа, то этим он был обязан и своему происхождению (из семьи шотландского помещика), и воспитанию (в духе английского протестантизма), прививщему ему

еще в детские годы "удивительное знание текста Библии", и той роли, которую наука играла в превращении Англии во всемирную мастерскую и в создании Британской колониальной империи. Если Г. Герц "не был противником прусского милитаризма и партийным соратником Бебеля", то это вполне объясняется тем, что он происходил из семьи богатого гамбургского сенатора и разделял социальные и "национальные" убеждения и предрассудки своего класса. Когда в 1919 году в Мюнхене была создана Советская Республика, то контрреволюционное движение буржуазии поддерживал и престарелый В.К. Рентген, озабоченно обсуждавший вопрос о "большевистской опасности", и молодой В. Гейзенберг, который со своими школьными друзьями оказывал помощь контрреволюционным "отрядам порядка", и Макс фон Лауэ (сын крупного чиновника военно-юридического ведомства), вступивший в добровольческий корпус, чтобы сражаться против "большевизма", и Вилли Вин, который сам создавал в Вюрцбурге такой корпус. Все они вели себя в соответствии с логикой классовой борьбы, сознательно или бессознательно защищая коренные интересы буржуазии, "а которые посягал революционный рабочий класс Германии. И если деятель науки такого масштаба и мировой известности, как В.К. Рентген, к тому же не обладавший склонностью к философствованию, незадолго до смерти мог писать: "Моя жизнь кажется мне такой бесцельной!" - то это вполне укладывается в рамки буржуазного миросозерцания.

То что М. Планк (фамилия его срослась с физической константой, обозначаемой буквой h) смысл своей научной карьеры видел в оттачивании оружия немецкой науки и утверждении германской государственности, что во время первой мировой войны он в качестве ректора Берлинского университета произносил милитаристские речи, а во времена Веймарской республики сожалел о слетевших княжеских коронах и утере былого немецкого могущества, что во времена фашистской диктатуры он мог занять позицию невмешательства в "дело

Эйнштейна", определялось не столько его "благородной наивностью" или тем, что он (по замечанию А. Эйнштейна) разбирался в политике так же, как "кошка в "Отче наш"". Сын профессора права, потомок целой династии теологов, зять мюнхенского банкира, "тайный советник Планк", занимавший руководящие посты в ведущих учебных и научных учреждениях немецкого буржуазного государства, исповедовавший этику Канта и философию права Гегеля, не мог не быть стопроцентным немецким буржуа в науке.

Как следует из документов, приводимых Ф. Гернеком, даже самые прогрессивные из великих физиков не шли дальше "социализма на уровне эмоций". И Эйнштейн, и Мария Кюри, и Пьер Кюри были радикальными демократами на крайнем левом "рыле буржуазии с нескрываемыми, но не безграничными "красными" симпатиями. В книге Ф. Гернека убедительно показано, что их борьба за общественный прогресс в соответствии с принципом "невозможно построить лучший мир, не улучшив отдельных людей", их антифашизм, их протест против использования достижений науки во вред человечеству - все это не выходит за рамки буржуазно-демократических требований. Их вполне понятное и достойное уважения самозабвенное увлечение красотой научного поиска граничит порой с замаскированным под научный эстетизм бегством от противоречий действительной жизни. Их наивная вера в возможность науки стоять по ту сторону "грязной политики" таит в себе разлад со своими же собственными гуманистическими идеалами и оборачивается для них в конце концов муками совести. Может быть, только Лиза Мейтнер без особого смятения чувств признавалась, что ей принадлежит не последняя роль в американских и английских ядерных исследованиях, приведших к созданию атомного оружия. Ее коллега Отто Ган иначе реагировал на ужасы Хиросимы и Нагасаки. "Я не имею к этому никакого отношения!" - воскликнул он в ответ на сообщение об атомных бомбардировках. А. Эйнштейн выразил не только свое мнение, но

и мнение тысяч других больших и малых физиков и математиков, участвовавших в создании атомного оружия, когда заявил: "Если бы я знал, что немцы не работают над атомным оружием, я ничего не стал бы предпринимать для создания бомбы".

В таких случаях немцы говорят: "O ware ich Vogellein!" Социологическая ситуация бессилия, в которой оказались созидатели новой физики в самый драматический для нее период ее истории, отсутствие положительной программы действий остроумно охарактеризованы А. Эйнштейном: "... я устал повсюду фигурировать как символический вожак бараньего стада с нимбом над головой".

Ф. Гернек наглядно показывает, что даже самые возвышенные и благородные устремления прогрессивных научных кругов капиталистических стран, нашедшие выражение в словах М. Борна: "Мы хотим, чтобы наша прекрасная наука вновь служила исключительно благу людей и не употреблялась во зло ради целей отжившей свой век политики", являются лишь благими пожеланиями, если они не опираются на понимание того, что только рабочий класс в ходе социалистического строительства может осуществить программу использования науки на благо человечества. Шаги в сторону установления прочного союза с силами социализма делает поколение ныне живущих ученых, которые идут к признанию коммунизма через данные своей науки, через размежевание с фон браунами и теллерами.

В повествовании Ф. Гернека страница за страницей раскрывается история того, как в результате творческих поисков ученых-буржуа, монополизировавших до Великой Октябрьской социалистической революции труд по разгадке тайн природы, происходит смена механистического понимания мира более точной и адекватной ему современной диалектико-материалистической научной картиной.

Объективно-истинное знание природных процессов и закономерностей добывается, как показывает Ф. Гернек, не абстрактными познавательными субъектами, сошедшими со

страниц книжек по логике науки, а конкретно-историческими личностями, связанными тысячами нитей с экономическими, политическими условиями и духовной жизнью буржуазного общества. Конкретно-исторический подход к исследованию научного познания позволяет Ф. Гернеку воссоздать глубокую противоречивость этого процесса не только в логическом, но и в социологическом плане, ибо творческие биографии большинства физиков, представленных в книге Ф. Гернека, являются яркими иллюстрациями к теоретической "модели" естествоиспытателя-буржуа, которая была создана Ф. Энгельсом. Раскрывая сложность и трудность процесса становления материалистического понимания природы, шедшего в середине XIX века на смену господствовавшему дотоле идеалистическому мировоззрению, Ф. Энгельс писал: "...Как это трудно, доказывают нам те многочисленные естествоиспытатели, которые в пределах своей науки являются непреклонными материалистами, а вне ее не только идеалистами, но даже благочестивыми, правоверными христианами" [5].

Парадокс рассматриваемого Ф. Гернеком периода развития науки как раз и заключается в том, что в большинстве своем благочестивые христиане, пантеисты и идеалистически философствующие естествоиспытатели в течение столетия превратили естествознание "из эмпирической науки в теоретическую", становящуюся "при обобщении полученных результатов системой материалистического познания природы" [6]. Конечно, это диалектико-материалистическое теоретическое естествознание не свободно от "родимых пятен"; идут к нему естествоиспытатели не прямо, не сознательно, а под напором фактов, следуя революционному духу времени. Это теоретическое естествознание еще несет на себе следы преодолеваемых способов отношения мысли к действительности: эмпиризма, метафизического метода мышления, натурфилософских спекуляций, теоретико-познавательного скептицизма. Но при этом оно,

как подчеркивает Ф. Гернек, пронизано духом материализма, стихийно, но прочно стоит на точке зрения материалистической теории познания.

Вопреки давлению традиционных религиозных представлений, навязываемых будущим исследователям через систему образования и воспитания, вразрез с господствующей эклектической смесью из идеалистических философских систем, несмотря на модные философские шатания самих теоретизирующих естествоиспытателей, исследование природы в условиях буржуазного общества дает объективное знание. "Естествознание бессознательно принимает, что его учение отражает объективную реальность, и только такая философия примирима с естествознанием" [7].

В книге Ф. Гернека мы находим наглядные примеры неоднократно воспроизводившейся на протяжении всей истории новейшей физики трагикомической ситуации а-ля Геккель, которая описана В.И. Лениным в работе "Материализм и эмпириокритицизм": теоретические построения буржуазных естествоиспытателей становились оружием классовой борьбы против буржуазной идеологии.

Материалы, приводимые Ф. Гернеком, в который раз подтверждают истинность марксистского тезиса о неразрывной связи исследования природы с материализмом. Ведь, характеризуя именно этот философски-бессознательный, стихийный, естественноисторический материализм Г. Герца, М. Планка, Л. Больцмана, Э. Геккеля, Г. Гельмгольца, В.И. Ленин писал: "...Есть устой, который становится все шире и крепче и о который разбиваются все усилия и потуги тысячи и одной школки философского идеализма, позитивизма, реализма, эмпириокритицизма и прочего конфузионизма. Этот устой естественноисторический материализм" [8].

На всех этапах истории новейшего теоретического естествознания можно фиксировать глубокий разлад между теоретико-познавательными основами исследования

природы и буржуазной философией, в том числе различными течениями позитивизма. Возьмем, к примеру, оценку пригодности философии Э. Маха с точки зрения рядового исследователя природы, которая была дана ей в 1902 году М.Ю. Гольдштейном в книге "Основы философии химии". Не желая отставать от либерально-буржуазной моды, М.Ю. Гольдштейн писал, что если не выходить за пределы философии, то он "лично разделяет взгляд", согласно которому "все тела, все явления - это только наша, как теперь выражаются, "психея"". Но в то же время он считал этот взгляд совершенно неприменимым в исследовании природы. "В самом деле, - писал М.Ю. Гольдштейн, - если весь мир есть лишь мое представление, то и все остальные люди суть лишь мои представления и я сам представляю свое представление... Стоит читателю лишь вдуматься в этот пункт, и он сейчас же увидит то жалкое положение, в котором должен очутиться человек, решившийся систематически провести свое воззрение до конца. Быть может, эти взгляды и очень верны, но раз они нас ведут в дебри, из которых выпутаться нельзя, а взамен нам не дают ничего такого, из-за чего стоило бы в них барахтаться, то мы можем их оставить, как взгляды для нас совершенно бесполезные" [9].

То, что с таким простодушием и ясностью было высказано М.Ю. Гольдштейном, верно отражает мнения физиков как по отношению к различным направлениям буржуазной философии, так и по поводу собственных увлечений некоторыми из них. А. Эйнштейн полагал, что "вера во внешний мир, существующий независимо от воспринимающего его субъекта, лежит в основе каждой естественной науки" [10]. В беседе с Мэрфи, который характеризовал известных астрономов А. Эддингтона и Д. Джинса как субъективных идеалистов, А. Эйнштейн говорил: "Ни один физик не верит, что внешний мир является производным от сознания, иначе он не был бы физиком. Не верят в это и названные Вами физики. Следует отличать литературную моду от высказываний научного характера. Названные

Вами люди являются настоящими учеными, и их литературные работы не следует считать выражением их научных убеждений" [11]. В подтверждение справедливости этого мнения А. Эйнштейна можно привести высказывание самого А. Эддингтона: "Физик, пока он мыслит как физик, должен иметь веру в действительный внешний мир" [12]. В том же духе высказывался и В. Гейзенберг: "...физик должен постулировать в своей науке, что он изучает мир, который не он изготовил и который существовал бы без значительных перемен, если бы этого физика вообще не было" [13]. Относительно позитивизма тот же В. Гейзенберг, испытавший на себе его влияние, придерживается такого мнения: "Нет, пожалуй, более бессмысленной философии, чем эта" [14]. В материалистичности основ естественнонаучного исследования не сомневается и Луи де Бройль, отмечающий, что "физик всегда инстинктивно является "реалистом" в философском смысле этого слова, и сомнительно, чтобы он смог с пользой вести свою работу, отказавшись от своей веры в объективную реальность"[15].

В книге Ф. Гернека последовательно проводится ленинская мысль о непримиримости естественноисторического материализма со всей буржуазной казенной профессорской философией и о том, что увлечение идеализмом есть лишь дань моде. Особенно показательно в этом отношении приводимое автором суждение М. Борна: "Позитивизм в строжайшем смысле должен отрицать или реальность объективного, внешнего мира, или по крайней мере возможность каких-либо высказываний о нем. Надо думать, что подобные мнения не могут разделяться ни одним физиком. Однако они встречаются, они даже в моде. В публикациях почти каждого теоретика есть высказывания позитивистского толка".

Вспоминая о совместной работе с А. Эйнштейном, Л. Инфельд свидетельствует: "Как Эйнштейн, так и я считали себя материалистами, хотя ни один из нас в то время не изучал теоретиков диалектического материализма..." [16].

Распространяемое позитивистами и принимаемое иногда некоторыми экзистенциалистски настроенными романтиками за чистую монету мнение, что позитивизм представляет собой теоретико-познавательную и методологическую основу современного естествознания, выражает его дух и соответствует его природе, является одним из мифов современной либерально-буржуазной идеологии. Позитивисты всегда воевали и сейчас воюют против материализма естествознания, третируя его как "уличную философию" (В.В. Лесевич).

Позитивизм есть оформленное в особую доктрину недоверие класса буржуазии и ее профессионалов-идеологов к теоретическому естествознанию, впадающему в непозволительную и неприличную, с точки зрения просвещенной либеральной буржуазии, крайность - в материализм. Основное стремление позитивизма состоит в том, чтобы на место стихийно складывающейся диалектико-материалистической картины природы, создаваемой теоретическим естествознанием, поставить такое "философское" обобщение эмпирического исследования природы, в котором были бы исправлены типичные "ошибки" обычного научного мышления: его материалистичность и диалектичность.

Как это хорошо видно из биографических материалов, используемых Ф. Гернеком, влияние позитивизма среди естествоиспытателей-буржуа обусловлено не тем, что он якобы дает верную теорию познавательной деятельности, а тем, что он выражает и одновременно теоретически обосновывает социально-политические воззрения, установки и настроения этого слоя буржуазного общества, его претензию стать выше и вне борющихся противоположных социальных сил и их идеологий, его колебания, эклектизм, выдаваемый за эрудицию, нерешительность, снобизм, увлечение пустяками, нежелание открыто занимать определенную позицию. Ко всему позитивизму приложима та оценка, которую Ф. Энгельс в 1895 году дал "позитивной философии" О. Конта, назвав ее

"узким филистерским мировоззрением" [17].

Одна из ведущих линий анализа материала из истории физики в книге Ф. Гернека - прослеживание на фактах того, как "физика рожала диалектический материализм" (Ленин). Вопреки усилиям позитивистов дискредитировать теоретическое естествознание, заменить научную картину мира особым "философским понятием мира" предсказанный Ф. Энгельсом еще в 70-х годах прошлого века процесс развития теоретического естествознания и его стихийного перехода на позиции диалектики как метода мышления, единственно соответствующего природе исследуемых естествознанием объектов, шел небывалыми темпами, будучи ускоряем катализирующей деятельностью естествоиспытателей-теоретиков, сознательно стоящих на позициях диалектико-материалистического мировоззрения и руководствующихся ленинской идеей союза между марксистами и естественно-историческими материалистами.

Усилиями крупнейших физиков истекшего столетия теоретическое, мыслящее исследование природы утверждено в своих правах настолько, что его могущество и превосходство над подслеповатым эмпиризмом теперь ясно даже женам физиков. Стоит вспомнить слова Эльзы Эйнштейн, которая, выслушав объяснения о попытках определить форму вселенной при помощи гигантского зеркального телескопа, заметила: "Мой муж обычно делает это на обороте старого конверта" [18].

В книге Ф. Гернека в деталях прослеживается движение физиков к диалектике, описываются трудности, сопровождавшие выработку диалектического понимания природы теоретическим естествознанием. Этот процесс раскрыт на документальном материале и показан в его преломлении через самосознание физиков. Как диалектика врывается в познавательную деятельность и как она осваивается рефлектирующим сознанием физиков, содействуя устранению косности мышления, видно из рассуждений М. Борна: "Физик стремится к тому, чтобы исследовать вещи в природе: эксперимент

и теория служат ему только для достижения цели, и, сознавая бесконечную сложность происходящего, с которой он сталкивается в каждом эксперименте, он противится попыткам рассматривать ту или иную теорию как окончательную. Поэтому он ненавидит слово "аксиома", которому в обычном словоупотреблении придается значение окончательной истины, и делает это он со здоровым ощущением того, что догматизм является худшим врагом естествознания".

При чтении книги Ф. Гернека становится понятным, что серьезно относящееся к самому себе теоретическое естествознание невозможно без изощренной, диалектически вышколенной способности мышления. Поэтому, как показывает Ф. Гернек, перед физиками-теоретиками во весь рост стал вопрос об отношении к классическому философскому и натурфилософскому наследству, вопрос о том, что взять на вооружение из философии, выдававшей себя за некую всеобщую теорию бытия. Ведь уже к середине XIX века было ясно, что вместе с системой Гегеля рухнула последняя попытка рассматривать философию как науку наук, что новая эпоха в развитии науки изменила и содержание, и задачи философии.

Преодоление односторонне рассудочного, метафизического способа мышления, характерного для механистического естествознания и философии XVII...XVIII веков, было возможно только путем осознания того, что диалектическое мышление и есть "нормальный", соответствующий истине способ теоретического постижения действительности. Самой трудной для естественника в его приобщении к диалектике оказалась проблема противоречия. Исторический опыт становления теоретической физики, проанализированный Ф. Гернеком, показывает, что естествоиспытатели не могли просто взять И пустить в дело классическое диалектико-логическое решение этой проблемы, а шли к пониманию противоречивости природы через художественно-образную парадоксальность, через рассудочную антиномичность и дополнительность, через

апелляцию к интуиции, способной якобы продуцировать и осваивать "сумасшедшие идеи". Для истории теоретического естествознания - и это хорошо показывает Ф. Гернек характерно, что естественники постигают диалектику мышления, так сказать, на ощупь, вслепую, набивая синяки и шишки.

На материалах биографий М. Планка, А. Эйнштейна и других физиков видно, что преодолеваемый ими метафизический способ коренится не только в логике рассудка, но постоянно воспроизводится как в социальном окружении, так и в самой науке. Метафизика, согласно классическим ее определениям, есть наука о законченных вещах, а не о процессах и движениях. Исследование мира в этом его аспекте имеет основательные резоны и коренится в определенной форме человеческой практики.

Тесно связанное с технологией общественного производства естествознание в своем стремлении разложить природу на отдельные части и различные процессы отразило тенденцию производства к дроблению на все более и более узкие отрасли, к распадению труда на простые, элементарные операции, делающие возможным применение машин. Именно в этих условиях могли появиться, как говорил К.А. Тимирязев, полчища "истов" и "логов", которые растащили единый объект естествознания - природу - по многочисленным научным кабинетам, где она подверглась безжалостной вивисекции. Совершенно естественно, что на такой практической и эмпирической почве развивалось мышление, для которого были характерны застывшие формы и пренебрежение к теоретизированию.

Начало того периода в истории физики, который у Ф. Гернека открывается деятельностью Д.К. Максвелла, Г. Гельмгольца, Г. Герца и В.К. Рентгена, характеризуется господством механистического подхода к явлениям природы. С точки зрения овладения диалектикой физика середины XIX века отстоит от уровня теоретического мышления, достигнутого физиками к середине XX века, дальше, чем атомистика Демокрита и Эпикура от

натурфилософии Аристотеля.

Опираясь на те же факты из истории новой физики, что и Ф. Гернек, астроном-теоретик А. Эддингтон в 1928 году отмечал: "В настоящее время мы представляем себе идеальное научное объяснение совершенно иначе, чем в прошлом столетии. Физики второй половины XIX века считали понятной только такую вещь, для которой можно было построить модель, то есть известную конструкцию из рычагов, колес, винтов и других механических приспособлений. По их мнению, природа, строя вселенную, не имела в своем распоряжении других средств, кроме тех, которые известны современному инженеру; так что объяснить данное явление - значит вскрыть лежащий в его основе механизм. Человек, который объяснил бы тяготение действием механизма из зубчатых колес, был бы героем того времени" [19]. Теоретическое мышление, например 20-х годов нашего века, далеко ушло от этого механицизма. В противоположность внутреннему единству механического истолкования мира физика этого времени являла собой картину анархического столкновения различных интерпретаций квантовой механики. В эти годы М. Борн, П. Дирак и Э. Шрёдингер могли позволить себе искать разгадку совершенно "мистической" с точки зрения метафизики формулы:

$qp - pq = h/2\pi i$,

в которой qp ведет себя столь странно, что не хочет быть равным pq. Диалектика навязывала себя физикам-теоретикам то в форме ни с чем не сообразного неравенства qp и pq, где величины q и p суть координаты и моменты, то в виде неустранимой связи дискретности (h) и непрерывности.

Переход к диалектическим формам мышления и составляет одно из последствий той кризисной ситуации, в которой теоретическая физика оказалась на рубеже двух веков. Ф. Гернек много внимания уделяет этому вопросу, специально выясняя роль Э. Маха в преодолении физикой метафизической ограниченности классической механики и связанных с нею натурфилософских построений. Анализируя отношения между

Э. Махом и А. Эйнштейном, споры между Э. Махом и М. Планком, принципиальные столкновения между точкой зрения Л. Больцмана и идеями, которые отстаивали В. Оствальд и Э. Мах, Ф. Гернек, опираясь на глубокое знание исторических фактов, обосновывает мысль о необходимости дифференцированного подхода к оценке того влияния, которое оказал Э. Мах на А. Эйнштейна и других основателей современной физики. Ф. Гернек настаивает на том, что надо отличать Э. Маха - физика-теоретика от Э. Маха - философа-идеалиста.

Соглашаясь с Ф. Гернеком в необходимости такого различия, ибо оно снимает недооценку того вклада, который Э. Мах внес в разработку теоретической физики и в критику догматизма классической механики, в то же время необходимо отметить, что Ф. Гернек несколько смягчил изображение той ситуации в истории науки, которая была в свое время названа А. Пуанкаре "кризисом физики", и приглушил остроту идейных разногласий, возникших между основной массой ученых и проповедниками "физического идеализма".

Вопрос о роли Э. Маха в переходе естествознания на позиции диалектического мышления есть лишь часть более общей проблемы о роли и значении философии И. Канта, об историческом смысле модного среди буржуазной интеллигенции лозунга "назад к Канту". В теоретическом плане этот вопрос был рассмотрен Ф. Энгельсом, который пришел к выводу, что "учиться диалектике у Канта было бы без нужды утомительной и неблагодарной работой" [20]. История идеологической классовой борьбы конца XIX века и истекших семи десятилетий XX века показывает, что реставрация философии И. Канта есть в научном отношении попятное движение, а в идеологическом отношении всегда связано с попытками буржуазных идеологов найти средство "размягчения" диалектического и исторического материализма.

Как свидетельствует биографический материал, приводимый Ф. Гернеком, большинство немецких физиков в студенческие годы изучали

философию в том виде, как ее преподносили преподаватели, бывшие по преимуществу позитивистами и неокантианцами. Г. Герц сдавал экзамен профессору Целлеру и был самого высокого мнения о методологической стороне "Механики" Э. Маха. На всю жизнь у него сохранилась склонность к априоризму И. Канта. Мария Кюри в молодости увлекалась позитивизмом О. Конта и Г. Спенсера. М. Планк в 80-х годах был "решительным сторонником философии Э. Маха". А. Эйнштейн во времена "Академии Олимпии" изучал сочинения последователей Канта: Пирсона, Маха, Авенариуса, Пуанкаре, хотя в зрелые годы "не выносил Канта" и склонялся к пантеизму Спинозы. М. фон Лауэ экзаменовался по философии у Ф. Паульсена, самостоятельно изучил сочинения И. Канта и в течение всей жизни считал его систему вершиной философского мышления человечества. О. Ган слушал лекции по философии у неокантианцев Когена и Наторпа, основателей и руководителей марбургской школы. Не один только Г. Герц был напуган "профессорским воем против "метафизики" материализма" (Ленин). Признавался же М. Планк, имея в виду времена засилья позитивизма и энергетизма: "Тогда нельзя было восстать против авторитета таких людей, как Вильгельм Оствальд, Георг Гельм, Эрнст Мах" [21].

Ф. Гернек, приводя немало интересных фактов из истории борьбы В. Оствальда и Э. Маха против атомизма и связанного с ним материализма, все же не полностью раскрывает драматизм столкновения двух точек зрения. В. Оствальд видел задачу энергетизма и критики атомизма в "разрушении научного материализма". По поводу одной из речей В. Оствальда, опубликованной под таким заголовком, Р. Милликен верно заметил, что энергетизм В. Оствальда был реакцией на успехи кинетической теории и что "предводимое таким бараном все стадо овец начало обратно прыгать через забор..." [22]. Насколько остро были в это время поставлены методологические и гносеологические вопросы, какие крайние

выводы делались из того, что классическая физика не справилась с объяснением явлений радиоактивности, свидетельствуют программные философские заявления А. Пуанкаре. На вопрос "Открывает ли нам Наука истинную природу вещей?" А. Пуанкаре отвечал, что "не только Наука не может открыть нам природу вещей, ничто не в силах открыть нам ее" [23].

Факты, приводимые в книге Ф. Гернека, свидетельствуют о том, что широкое внедрение позитивизма и неокантианства в философскую подготовку будущих исследователей стало одной из причин методологической безоружности их перед "революционером радием". Агностицизм А. Пуанкаре, релятивизм Э. Маха были не средством против разразившегося "кризиса физики", а симптомами начавшейся болезни. Философские идеи В. Оствальда, А. Пуанкаре, Э. Маха и других неокантианцев не приближали физиков к диалектическому пониманию природы и человеческого мышления, а заставляли идти к нему окольными путями, иногда даже через возврат к натурфилософии Платона.

Дело в том, что в методологическом отношении кантовская теория познания не поднялась выше уровня метафизического и механистического естествознания XVIII века. Антиисторизм, понимание познания как асоциального явления специфическая форма кантовской антидиалектичности. Процесс познания был понят им как индивидуальный акт, в котором изолированный субъект противопоставлен объектам природы. Перед индивидом непонятный мир, а в его голове неизвестно откуда свалившийся мыслительный аппарат. Индивид оторван от общества, познание - от природы. На этой основе родилась кантовская идея о неуловимой "вещи в себе".

Присущий Канту "страх перед объектом", в котором его упрекал Гегель, оказался вещью очень упорной и проявлялся в самых различных формах в истории физики. Кантианская точка зрения на взаимоотношение субъекта и объекта, созданная Кантом версия активности сознания, есть не что иное, как идеализация практики эмпиризма с его созерцательным отношением к

объекту и произволом в сотворении схем классификаций.

Длительная приверженность методу пассивного наблюдения породила у естествоиспытателей представление, будто это и есть наилучший путь познания природы. Возникла легенда о гносеологическом рае, где все познается в созерцании. С точки зрения тех, кто уверовал в эту доктрину, всякое изменение объекта с помощью орудий в процессе труда или, что то же самое, применение приборов в ходе эксперимента равнозначно грехопадению познания. Еще Ж.Ж. Руссо вздыхал: "Все хорошо, выходя из рук Творца вещей, все вырождается в руках человека" [24]. Открывает или преграждает себе человек путь к познанию, создавая орудия, приборы, экспериментальную технику? - так поставили вопрос сторонники приборного агностицизма. Последователи Канта отвечают: "Преграждает". Необходимо было накопить значительный опыт исследования микромира, чтобы теоретическая физика вместе с А. Эддингтоном заявила: "Пока электрон не вступает во взаимодействие с остальными частями вселенной, мы о нем ничего не знаем" [25].

Конечно, можно лишь присоединиться к Ф. Гернеку, когда он объясняет невнимание физиков конца XIX века к тому, что было накоплено предшествовавшей, в особенности гегелевской философией в познании человеческого мышления, тем, что именно гегелевская философия была олицетворением той ее формы, в борьбе с которой и возникло современное теоретическое естествознание. Эта философия исходила из того предрассудка, что обычное научное познание природы способно будто бы давать лишь знание на уровне "внешней шелухи", что истину способна добывать только натурфилософия, долженствующая быть неустранимой составной частью всякой философии.

Такое понимание функций и структуры философии, ее отношения к другим отраслям познания уже в начале XIX века не соответствовало действительному положению дел

в науке и было попыткой возродить философию в ее роли онтологии после сокрушительного удара, который ей был нанесен материалистами XVIII века. Развитие естествознания, превращение его из эмпирической науки в теоретическую сделало ненужной всякую натурфилософию и онтологию. "Натурфилософы, - писал Ф. Энгельс, - находятся в таком же отношении к сознательно-диалектическому естествознанию, в каком утописты находятся к современному коммунизму" [26].

Вместе с тем, сколь ни обосновано было игнорирование философии Гегеля теоретиками-естествоиспытателями XIX и начала XX века, они значительно облегчили бы себе дело диалектического осмысления открытий этого времени, если бы внимательно отнеслись к логике Гегеля и тому рациональному, что содержалось в его философии природы. Если бы физики конца XIX века обратили внимание на историю науки и философии, то для них не прозвучала бы откровением маховская критика понятий и основных законов классической механики.

Гегель вслед за Толандом, Лейбницем, Декартом, Спинозой задолго до Э. Маха и А. Эйнштейна подверг критике ньютоновское представление об абсолютном пространстве и времени. По поводу этой проблемы и уровня ее решения в тогдашнем естествознании Гегель ядовито замечал: "Это старый вопрос, с которым физики еще и теперь не могут справиться. Они справились бы с этим вопросом, если бы они изучили Аристотеля, но они рассуждают так, как будто на свете никогда и не существовали мысль вообще и Аристотель в частности" [27]. Уже Гегель понимал, что абстракция абсолютного пространства не есть истина пространства вообще: "Относительное пространство есть нечто гораздо высшее, ибо оно есть определенное пространство какого-то материального тела... Мы не можем обнаружить никакого пространства, которое было бы самостоятельным пространством; оно всегда есть наполненное пространство, и нигде оно не отлично от своего

наполнения" [28]. Он отвергал взгляд на пространство как на скучную и однообразную протяженность и определил основное противоречие пространства - противоречие между дискретностью и непрерывностью.

Гегель критиковал ньютоновское представление о времени как о чистой длительности, которая течет сама по себе независимо от движения реальных вещей. "Время не есть как бы ящик, в котором все помещено, как в потоке, увлекающем с собою в своем течении и поглощающем все попадающее в него. Время есть лишь абстракция поглощения. Так как вещи конечны, то они находятся во времени, но вещи исчезают не потому, что они находятся во времени, а сами вещи представляют собою временное, их объективным определением является то, что они таковы. Процесс самих действительных вещей составляет, следовательно, время" [29].

Не было тайной для Гегеля и единство пространства и времени, единство "здесь" и "теперь", составляющее суть современных представлений о едином четырехмерном пространственно-временном континууме, имеющем столь фундаментальное значение в специальной теории относительности.

Но Гегель сделал и еще один очень важный шаг - он нащупал связь между пространством - временем, с одной стороны, и материей - движением - с другой. В "Философии природы" он определил материю как единство пространства и времени. Материя, согласно Гегелю, есть истина пространства и времени. "Точно так же как нет движения без материи, так не существует материи без движения... Материя представляет собою первую реальность" [30]. Вряд ли найдется современный мыслящий теоретик-естественник, который не поставил бы своей подписи под этими словами. А. Эйнштейн писал совершенно в том же духе: "С гносеологической точки зрения гораздо более оправданна мысль, что механические свойства пространства полностью определяются материей" [31]. К сожалению, Ф. Гернек в своей книге обошел молчанием вопрос о теоретических

достижениях немецкой натурфилософии начала XIX века.

Тем представителям естественных наук, которые отворачиваются от гегелевской диалектики по причине идеалистичности его философии, следовало бы обратить внимание на то, что освобождение от липких пут идеализма задача не из легких, поскольку идеалистическое истолкование мира может облачаться в самые замысловатые одежды. Ведь история даже новейшей науки очень поучительна в этом отношении.

Когда М. Планк, А. Эйнштейн и другие крупнейшие физики-теоретики, как свидетельствует Ф. Гернек, говорят о своей "религиозности" и, присоединяясь к Спинозе, объявляют мировой порядок следствием наличия в мире разума, то они в этом случае очень близки к взглядам Аристотеля и Гегеля, поставивших проблему единства мышления и бытия и решивших ее идеалистически.

Одной из самых трудных теоретико-познавательных проблем, над которыми, как показывает Ф. Гернек, бьются физики-теоретики, пытающиеся ухватить диалектику объекта исследования, является проблема категорий. Остатки метафизических представлений особенно упорно удерживаются именно в этой области. Особенно трудно усваивается тот вывод диалектико-материалистической теории познания, что категории - это основные формы всякого, в том числе и научного, человеческого мышления, что они имеют земное, исторически обусловленное происхождение, ибо люди, производя условия своей жизнедеятельности, производят также и условия и формы своей мыслительной деятельности, что в подвижных и гибких категориях научное мышление ухватывает противоречивость и текучесть бытия. Все это относится в первую очередь к таким категориям, как тождество и различие, анализ и синтез, часть и целое, дискретное и непрерывное, причина и действие, случайность и необходимость.

Современное теоретическое естествознание вплотную подошло к пониманию того, что полярность, антиномичность, дополнительность

этих категорий снимается в их единстве.

Немало впечатляющих страниц в книге Ф. Гернека посвящено изображению споров А. Эйнштейна с представителями копенгагенской школы по проблеме детерминизма, связанной с категориями причины и действия, возможности и действительности, необходимости и случайности. Ф. Гернек убедительно показывает, что за возмущением А. Эйнштейна по поводу того, что вероятностно-статистическая интерпретация закономерностей микромира заставляет самого бога (необходимость) играть в кости, стоит определенная, исторически изживающая себя форма детерминизма, вынужденная уступить место диалектическому пониманию причины и следствия как моментов всемирного взаимодействия.

Причины и следствия полярно противоположны друг другу только на стадии механического рассмотрения природы, при котором причина и следствие распределены между двумя телами. Но уже в реальной физической механике невозможно оперировать этими категориями: они охватываются понятием "взаимодействие" в такой степени, что задача движения трех тел оказывается разрешимой только приближенно. "Взаимодействие, - писал Ф. Энгельс, исключает всякое абсолютно первичное и абсолютно вторичное; но вместе с тем оно есть такой двусторонний процесс, который по своей природе может рассматриваться с двух различных точек зрения; чтобы его понять как целое, его даже необходимо исследовать в отдельности сперва с одной, затем с другой точки зрения, прежде чем можно будет подытожить совокупный результат" [32].

В практике научного познания для того, чтобы описать отдельные явления, их вырывают из всеобщей связи природы, рассматривают изолированно друг от друга. В таком случае процесс изменения объекта разлагается на причину и действие, на необходимое и случайное, возможное и действительное. Но природе в ее целостности присуще универсальное взаимодействие, и наука,

используя гибкость категорий, их переход Друг в друга, познаёт это взаимодействие во всём богатстве его форм. "Мы не можем пойти дальше познания этого взаимодействия именно потому, что позади его нечего больше познавать" [33].

Хотя книга Ф. Гернека посвящена по преимуществу истории физики в Германии, ему в значительной степени удалось преодолеть точку зрения "германоцентризма" в описании становления теории относительности. Ф. Гернек избежал ошибки многих историков: науки, изображавших А. Эйнштейна единственным создателем этой теории, но все же ему не удалось этого сделать, в вопросе об истории выведения формулы E = mc2. При всех громадных заслугах А. Эйнштейна перед наукой не следует забывать, что он постоянно опирался на достижения предшественников, что во многом он шел рядом со своими современниками, независимо от него трудившимися над теми же проблемами.

А. Эйнштейн был признанным лидером физиков-теоретиков, но необходимо избегать всего, что способствует возникновению внутринаучных "культов личности". Поэтому следовало бы указать, что формула E = mc2 за 15 лет до А. Эйнштейна была выведена английским ученым О. Хевисайдом.

Обильный исторический материал, представленный в книге Ф. Гернека, разрушает наивное просветительское представление о том, что естественные науки лишь пассивно отражают явления и законы природы, что в своем содержании они определены одной только внешней природой. Так понимает естествознание простоватый, созерцательный материализм. Естествознание, как оно изображено в книге Ф. Гернека, - это форма деятельности, включающая в себя и практическое, и эмпирическое, и теоретическое отношение к объекту, и подчинено оно не только всеобщим условиям человеческого производства, но также и конкретным условиям той общественно-экономической формации, в которой оно функционирует.

Всякий внимательный читатель найдет в книге Ф. Гернека большой и интересный материал для самостоятельных размышлений и выводов. Он с пониманием отнесется к тревожным заявлениям представителей прогрессивной научной общественности западных стран, предупреждающих о том, что современная монополистическая буржуазия и ее государства все шире используют великую силу знания во вред настоящему и будущему человечества. Одно из таких предупреждений мы находим в статье научного обозревателя бельгийского журнала "Пуркуа па?" Бернара Лефевра. Имея в виду ученых, состоящих на службе у монополистического капитала, он пишет: "...армия исследователей только тем и занята, что кроит и перекраивает материю... Наш век дал миру столько ученых, сколько не было никогда... Увы, никто и не задумывается, сколько из них занято разработкой дефолиантов, военных газов или просто-напросто таблеток, облегчающих пищеварение. Как и в разбазаривании природных богатств, наш век проявил безумное расточительство в отношении умственных ресурсов человечества. Ученые используются для решения абсурдных, а порой и преступных задач, знание пытаются превратить в орудие социального и политического господства, научные исследования подчиняют экономике, открытия - прибыльности" [34].

Социализм, организуя рациональное использование достижений научного познания в целях всестороннего развития человека, в интересах прогрессивного развития всех сторон общественной жизни, снимает с ученых также бремя угрызений совести за употребление могущественной силы знания во вред человеческому роду. Опыт организации и развития науки в условиях строительства социализма в СССР и других странах мировой социалистической системы, преимущества, достигнутые социализмом в экономическом и научно-техническом соревновании с капитализмом, полностью подтверждают предвидение В.И. Ленина: "...Только социализм освободит науку от ее буржуазных пут, от ее

порабощения капиталу, от ее рабства перед интересами грязного капиталистического корыстолюбия" [35].

Ю. Жданов, М. Карпов, А. Потемкин

Ко второму изданию

Приношу благодарность за критические замечания таким читателям этой книги, как Отто Ган, Густав Герц, Вильгельм Вестфаль. Многие их предложения учтены при просмотре текста, который в целом оставлен без изменений.

Берлин, апрель 1966 г.

Ф.Г.

К пятому изданию

Перед новым изданием текст книги приведен в соответствие с новейшими фактами, местами исправлен и дополнен; обновлен и расширен список литературы.

Берлин, май 1970 г.

Ф.Г.

Предисловие

Эта книга написана на основе лекций, которые я читал перед слушателями всех факультетов Университета им. Гумбольдта. По желанию издательства она адресована широкому кругу читателей. Однако мы надеемся, что она заинтересует также специалистов, ибо здесь впервые приводятся некоторые факты и документы.

Приношу благодарность архивам Немецкой Академии наук и Университета им. Гумбольдта в Берлине, архиву Немецкой Академии естествоиспытателей "Леопольдина" в Галле и фоно-архиву Берлинского радио.

Особенно сердечно я благодарю ученых, которые своими письменными и устными указаниями способствовали моим многолетним исследованиям истории науки и предоставили в мое распоряжение необходимые материалы. В их числе я с уважением называю также недавно скончавшихся Макса фон Лауэ и Джеймса Франка.

Читателей книги прошу с пониманием отнестись к тому, что пришлось отказаться от примечаний и ссылок на более чем три тысячи источников.

Берлин, февраль 1965 г.

Д-р философии Фридрих Гернек

Институт истории медицины и естествознания при Университете им. Гумбольдта.

Майнауское заявление лауреатов нобелевской премии

Содержание науки можно постигать и анализировать, не вдаваясь в рассмотрение индивидуального развития ее создателей. Но при таком односторонне-объективном изложении отдельные шаги иногда могут казаться случайными удачами. Понимание того, как стали возможными и даже необходимыми эти шаги, достигается лишь в том случае, если проследить за умственным развитием отдельных людей, содействовавших выявлению направления этих шагов.

А. Эйнштейн

Мы, нижеподписавшиеся, являемся естествоиспытателями разных стран, различных рас, вероисповеданий, различных политических убеждений. Нас связывает только Нобелевская премия, получить которую нам выпала честь.

С радостью отдали мы нашу жизнь служению науке. Мы верим, что она путь к счастливой жизни людей. Но мы с ужасом видим, что эта же наука дает в руки человечеству средства для самоуничтожения.

Военное использование ныне существующего оружия может привести к такому распространению радиоактивных веществ, которое станет причиной гибели целых народов. Эта смерть грозит нейтральным народам так же, как и воюющим.

Если между великими державами вспыхнет война, то кто может гарантировать, что она не превратится в смертельную схватку. Нация, которая осмелится развязать тотальную войну, приблизит свою собственную гибель и создаст угрозу всему миру.

Мы не скрываем, что сегодня сохранению мира способствует, очевидно, именно страх перед этим смертоносным оружием. Однако мы считаем самообманом веру правительств в то, что страх перед оружием поможет им длительное время избегать войны; слишком часто страх и напряженность порождали войну. Нам кажется

самообманом также вера в то, что малые конфликты и в дальнейшем будут разрешаться при помощи традиционного оружия. При чрезвычайной опасности никакая нация не откажется от применения любого оружия, порожденного наукой и техникой.

Все нации должны добровольно отказаться от применения силы как крайнего средства в политике. Если они не сделают этого, они перестанут существовать.

Майнау-на-Бодензее, 15 июля 1955 года

Это заявление подписали 52 ученых, в том числе:

Макс Борн

Вальтер Боте

Адольф Бутенандт

Отто Ган

Вернер Гейзенберг

Густав Герц

Поль А. Морис Дирак

Клинтон Джозеф Дэвиссон

Ирэн Жолио-Кюри

Фредерик Жолио-Кюри

Артур Х. Комптон

Макс фон Лауэ

Вольфганг Паули

Сесиль Ф. Пауэлл

Лайнус Полинг

Чандрасекара В. Раман

Бертран Рассел

Фредерик Содди

Джеймс Франк

Георг фон Хевеши

Хидеки Юкава

Гарольд К. Юри

Джеймс Клерк Максвелл

Новое учение об электромагнетизме и свете

Атомный век имеет длительную предысторию. Его социально-экономические основы лежат в развитии общественных отношений конца XIX - начала XX века. В естественнонаучном и техническом отношении он был подготовлен открытиями в физике, волновавшими мир с начала 90-х годов. Но его корни уходят в более отдаленные времена.

С середины XIX столетия неустанно строился

фундамент, на котором могло быть возведено здание физики XX века. При этом не обошлось без изменения проектов. Основные положения естественных наук либо утрачивали свою всеобщность, либо опровергались. Привычные убеждения, считавшиеся незыблемыми, рушились. Больше чем когда-либо физика в эти десятилетия становилась, по словам Эйнштейна, "приключением познания".

Каждая наука является зданием, воздвигнутым ценою бесчисленных усилий многих поколений исследователей, писал в своей книге "Путь теоретической физики от Ньютона до Шрёдингера" австрийский физик Ганс Тирринг. В среднем вклад каждого - это лишь крохотный камушек для строительства целого. Но иногда приходит человек, который возводит целый этаж или сносит часть здания и строит ее заново.

Во главе исследователей, которые, подобно архитекторам, решающим образом участвовали в перестройке фундамента физики нашего времени и заново возвели отдельные "этажи" здания, стоит Джеймс Клерк Максвелл, один из гениальнейших мыслителей в истории развития физики до Эйнштейна, охвативший в своих исследованиях физику во всех ее разделах.

Заслуги Максвелла как исследователя относятся к областям физиологического учения о цвете, кинетической теории теплоты и электромагнитной теории света.

Одновременно с Гельмгольцем Максвелл исследовал законы цветового зрения. Как предшественник австрийца Больцмана и американца Гиббса, он обосновал статистическое понимание кинетической теории газа. Его величайшей заслугой, однако является математическая разработка нового учения о магнетизме, электричестве и свете. Его достижения, по словам Планка, должны быть отнесены к "величайшим, изумительнейшим подвигам человеческого духа".

Когда Максвелл начинал свой путь физика, в сознании естествоиспытателей повсеместно и неколебимо царили законы ньютоновской механики. Все естественные явления старались объяснить с помощью простых механических

законов движения в пространстве.

Подъем физики, связанный с открытием закона сохранения и превращения энергии, обеспечил в середине XIX века механистическому пониманию природы новую надежную поддержку. "Только механическое понимание является наукой", заявлял берлинский физиолог Эмиль Дюбуа-Реймон. Нечто подобное писал и Гельмгольц: "Конечная цель всего естествознания - раствориться в механике".

Программе этого воззрения на природу, впервые изложенного в манускриптах Леонардо да Винчи, в трудах Галилея и философски обоснованного Декартом, законченную форму придал Ньютон в 1687 году в своем знаменитом произведении о математических началах учения о природе.

По Ньютону, мир вещей мог быть механически описан посредством указания четырех величин: времени, пространства, момента массы и силы. Время и пространство рассматривались при этом как "абсолютные": оторванно и независимо от вещей, их заполняющих, и от событий, в них происходящих.

Кроме того, время и пространство строго разграничивались между собой. Взаимосвязь и взаимное влияние устанавливались только между моментами масс и силами. Все естественные процессы представлялись закономерными перемещениями материальных точек в пространстве и времени.

Эта "механика материальных точек", математически обоснованная Эйлером и Лагранжем, блестяще оправдалась и оказалась чрезвычайно плодотворной прежде всего в области астрономии. Ее основы были позднее распространены на движение жидкостей и упругие колебания тел и особенно успешно использовались при исследовании акустических явлений. Но в отдельных вопросах отчетливо выявилась ее ограниченность. Особенно часто возникали непреодолимые трудности в оптике.

Самым неудовлетворительным разделом в системе классической физики, созданной Ньютоном, было учение о свете.

Ньютон, следуя логике своего учения, считал

свет естественной вещью, состоящей из материальных точек. Но уже в его время, как заметил Эйнштейн, "назревал жгучий вопрос: что происходит с материальными точками, образующими свет, когда свет поглощается?". Так неизбежно пришли к различию между весомыми и невесомыми частицами - малоубедительное решение, которое не могло долго считаться исчерпывающим объяснением.

Неудобства для глубоко мыслящих физиков таило в себе также представление о "силах дальнодействия".

Магнетизм, электричество и гравитация изображались как силы, действующие в пустом пространстве и распространяющиеся с бесконечно большой скоростью. Такое толкование физических взаимодействий, представляющее их едва ли не как сверхъестественные силы, не соответствовало трезво реалистической механистической картине природы. Уже Ньютон искал выход, но не добился успеха.

Не было недостатка в попытках объяснить световые явления принципиально иным способом. Гениальный голландский физик Христиан Гюйгенс, старший современник Ньютона, пытался охватить природу света своей теорией световых волн. Он предположил, что свет существует в виде продольных колебаний, которые распространяются в веществе, состоящем из мелких частиц, во все стороны от источника возбуждения, подобно звуку в воздухе.

Во всяком случае, сторонники Гюйгенса тщетно старались противопоставить его волновое представление корпускулярной теории света, которая поддерживалась высоким авторитетом Ньютона; это особенно показательно как пример тормозящего влияния, которое может оказать в науке большой авторитет. Борьба между корпускулярной и волновой теориями позднее повторилась и при объяснении других видов излучения.

Волновая теория света смогла победить только после того, как английский врач и физик Томас Юнг и французский естествоиспытатель и

инженер Огюстен Френель в первых десятилетиях XIX века придали ей иной облик.

Юнг и Френель исходили из того, что свет распространяется не в виде продольных колебаний, подобных колебаниям воздуха во время игры на флейте, а в виде поперечных колебаний, подобных колебаниям скрипичной струны. С колебаниями такого рода связаны оптические явления поляризации, дифракции и интерференции света, которые не поддавались объяснению на основе ньютоновской корпускулярной теории света.

Гипотетическая основа световых колебаний (механический носитель волн света) стала со времени Гюйгенса называться световым эфиром, или, короче, эфиром.

Поскольку свет представляли себе в виде продольных волн, можно было вообразить эфир как разреженный газ. Если же распространение света предполагалось в форме поперечных волн, тогда следовало эфир мыслить как твердое упругое тело. При весьма малой плотности он должен быть тверже, чем сталь и алмаз. Одновременно световому эфиру приписывали полнейшую проницаемость, с тем чтобы небесные тела могли двигаться сквозь него без помех, как они это и делали со всей очевидностью. Эфир должен был обладать инерционной массой, но не мог иметь гравитационной массы.

Все эти свойства не уживались между собой. Таким образом, эфир представлял собой весьма загадочное явление и был предметом постоянных забот механистического мировоззрения, ибо он упорно сопротивлялся любой попытке механического осмысления. Гипотеза эфира оказалась недостоверной в своей основе.

Радикальный обоснованный ответ на этот загадочный вопрос дал в начале XX столетия Эйнштейн, отказавшись при изложении законов электродинамики от эфира. Однако первый и важный шаг на пути к современной картине природы без эфира сделал еще Максвелл, создав электродинамическую теорию света, пошатнувшую традиционную механическую теорию.

У Максвелла было два предшественника, на

исследования которых он опирался: Эрстед и Фарадей.

Ганс Христиан Эрстед, датский врач и естествоиспытатель, в первой половине XIX века был профессором физики в Копенгагене. В 1820 году, во время эксперимента, сопровождавшего лекцию, он впервые заметил магнитное действие электрических токов. Таким образом, он стал первооткрывателем электромагнетизма. Это открытие имело большое научное и техническое значение. Оно привело к изобретению электромагнитного телеграфа и в дальнейшем к созданию электромотора.

Другой физик, Майкл Фарадей, сын кузнеца и естествоиспытатель-самоучка, ставший профессором Королевского института в Лондоне, считается одним из самых изобретательных экспериментаторов в истории точных естественных наук. Максвелл исходил непосредственно из его опытов.

К достижениям Фарадея в области физической химии в числе прочих относятся обнаружение законов электролиза, исследование сжижения газов и открытие бензола, важного углеводородного соединения. Его наблюдения явлений, происходящих при достаточно высоком напряжении переменного тока на электродах в вакуумной трубке, создали предпосылку для работы с катодными лучами, сыгравшими столь важную роль в становлении современной физики.

Но наибольшее значение впоследствии приобрели исследования Фарадеем электромагнитной индукции. В 1831 году, через 11 лет после наблюдения, сделанного Эрстедом, в результате долгих поисков он открыл в обратном порядке эту природную закономерность. Еще в 1822 году, за два десятилетия до исследования процессов превращения энергии Робертом Майером, он записал в свой лабораторный дневник: "Превращаю магнетизм в электричество". Но только при пятой попытке ему действительно удалось осуществить этот замысел.

Если Эрстед узнал, что переменное электрическое поле вызывает магнитное действие и создает магнитное поле, то Фарадей

нашел, что временное изменение в магнитных полях создает в проводниках электрический ток. Это открытие сделало возможным производство электрического силового тока. На нем основано действие динамо-машины и все последующее развитие электротехники.

Но и как физик-теоретик английский исследователь завоевал славу первопроходца. Фарадей в высшей степени обладал способностью делать впечатляюще наглядными результаты своих исследований при помощи геометрическо-механических моделей. Путем объединения явлений электричества и упругости он пришел к понятию "силовые линии". Фарадей с пластической ясностью представлял себе действие электрических сил от точки к точке в пространстве между ними, в их "силовом поле". "Сами электрические и магнитные силы, - писал Генрих Герц в 1889 году, - были для него чем-то существующим реально, действительным, ощутимым; электричество, магнетизм были для него вещами".

Причина возникновения электрических сил лежала, по мнению Фарадея, в процессах, происходящих в пространстве между телами. При поисках признаков различий между намагниченными предметами ему удалось доказать, что все вещества, считавшиеся до тех пор немагнитными, под действием большой магнитной силы обнаруживают явные следы намагниченности. Точно так же он смог доказать, что все считавшиеся надежными изоляторы изменяются под действием электрических сил. Выяснилось, что между проводниками и непроводниками различие не принципиальное, а лишь количественное.

Эти экспериментальные открытия привели к тому, что Фарадей, как физик, мыслящий строго эмпирически, признающий только факты, которые можно наблюдать, отверг представление об электрических силах дальнодействия.

На основе своего представления о силовых линиях Фарадей предполагал уже примерно в 1845 году глубокое родство электричества и света. Эта мысль была необычайно смела для того времени, но она была достойна

исследователя, который считал, что только тот находит великое, кто исследует маловероятное. Фарадей, таким образом, пришел к мнению, что учение об электричестве и оптика, стоявшие тогда рядом, но еще не связанные между собой, взаимосвязаны и образуют единую область.

Фарадей, однако, не обладал математическим образованием. Говорили, что он не мог даже возвести в квадрат бином. Таким образом, он был не в состоянии изложить результаты своих исследований при помощи обычных математических средств, он мог охватить их лишь качественно. Формально это являлось очевидным недостатком, но содержанию все-таки в данном случае не наносило ущерба. Отсутствие академически-математической подготовки, по мнению Планка, спасло Фарадея от предубеждений, порождаемых математическими и астрономическими источниками, которые в то время неблагоприятно влияли на многих значительных исследователей.

Работы Фарадея стали исходным пунктом исследований Максвелла.

Как сказал Гельмгольц в 1881 году в своей известной лондонской "Лекции о Фарадее": "Необходим был Клерк Максвелл - другой человек, столь же глубокий и своеобразный в своих воззрениях, - чтобы возвести в общепринятых формах систематического мышления то великое здание, план которого Фарадей начертил в своем уме, которое он так ясно представлял себе и которое он старался вызвать перед глазами своих современников". Заслуга Максвелла состоит в конечном счете в математической разработке идей Фарадея о магнетизме и электричестве.

"Перед мысленным взором Фарадея представали силовые линии, пронизывающие все пространство, там, где математики видели лишь центры притяжения сил дальнодействия", - писал Максвелл. "Фарадей искал носитель, ту физическую среду, в которой происходят электрические явления; этого оказалось достаточно, чтобы найти закон разности потенциалов, действующих на электрическую жидкость (Во времена Фарадея электрический

ток представлялся в виде особой электрической жидкости. - Прим. ред.). Когда я перевел идеи Фарадея так, как я их понимал, в математическую форму, я нашел, что оба метода, в общем, ведут к одинаковым результатам, но что некоторые открытые математиками методы могут быть гораздо лучше выражены по способу Фарадея".

Используя высокоразвитые математические методы, Максвелл "перевел" модель силовых линий Фарадея в математическую форму. При этом он уточнил и расширил ее, превратив в завершенную теорию электродинамики.

Своими знаменитыми дифференциальными уравнениями Максвелл с высочайшей гениальностью охватил множество электромагнитных явлений. Его формулы ценятся математиками и физиками за их простоту и вызывают восхищение своей красотой. Известный австрийский физик Людвиг Больцман, говоря о них, повторил слова Фауста: "Начертан этот знак не бога ли рукой?"

Создание Максвеллом уравнений электромагнетизма, открывших век электричества, может рассматриваться как важнейшее теоретическое достижение в истории физики за период, отделяющий теорию гравитации Ньютона от теории относительности Эйнштейна. При этом с точки зрения познания существенно, что электромагнитное силовое поле выступило на равных правах с материальной точкой - как новая форма проявления реальности.

Чисто математическим путем Максвелл пришел к выводу, что в пустом пространстве образуются электромагнитные волны, распространяющиеся со скоростью, соответствующей скорости света в вакууме. Он обосновал с помощью математических методов предположение Фарадея о том, что свет и электричество одинаковы по своей природе. Генрих Герц метко сравнил теорию Максвелла с мостом, который смелой дугой переброшен через широкую пропасть между оптическими и электромагнитными явлениями.

Электромагнитная теория света, сокрушившая

преграду между электростатикой и электродинамикой, имела и несомненную эвристическую ценность. Она способствовала открытию новых природных явлений; к ним относятся, например, расщепление спектральных линий в излучении, испускаемом атомами под воздействием магнитных и электрических полей. Эти физические эффекты наблюдались и исследовались голландцем Зееманом и немцем Штарком, в честь которых они названы. Фарадей уже за много десятилетий до этого догадывался о такой взаимозависимости, но средства, которыми он располагал, обрекли его исследования на неудачу.

Среди физиков электромагнитная теория Фарадея - Максвелла не сразу завоевала признание. Отдельные выдающиеся исследователи, подобно Гельмгольцу и Больцману, признавали ее значение и выступали в ее защиту, но даже такой проницательный мыслитель-физик, как Густав Кирхгоф, до конца своей жизни он умер в 1887 году - твердо придерживался старых представлений об электрической жидкости и в своих лекциях затрагивал теорию Максвелла лишь мимоходом.

Традиционные механистические представления об электричестве глубоко укоренились в сознании физиков, и до опытов Герца не существовало экспериментального доказательства правильности новой математической теории электричества.

Тем более примечательно, что Фридрих Энгельс, который с начала 70-х годов занимался как философ вопросами естествознания, тотчас признал гносеологическое значение теории Максвелла: и это в то время, когда ученые-специалисты еще спорили о ее физической правомерности.

В его набросках к "Диалектике природы" говорится, что благодаря представлению Максвелла о процессах излучения возникает новое положение в физической картине мира. "Таким образом, существуют темные световые лучи, писал Энгельс, ссылаясь на Максвелла, - и пресловутая противоположность света и тьмы исчезает из естествознания в смысле абсолютной

противоположности".

Идея дальнодействия как представление о силах, действующих непосредственно и с бесконечно большой скоростью в пространстве, также была общим достоянием физиков.

Гравитационная теория Ньютона была блестящим подтверждением мысли о дальнодействии. Расчеты планетных орбит стали ее величайшим и очевиднейшим триумфом. Позднее представление о физическом дальнодействии было подкреплено классическими трудами по небесной механике Лапласа и гауссовской теорией потенциалов.

По образцу ньютоновских законов гравитации французский физик Кулон построил закон электростатического притяжения, благодаря чему учение об электричестве стало наукой. Если здесь и добавлялись заряды противоположного знака, то основным все же оставался закон того же типа, что и закон притяжения масс. Казалось последовательным и естественным объяснять явления движущихся электрических зарядов посредством сил дальнодействия по примеру закона тяготения.

Одним из величайших достижений Максвелла было устранение из области электромагнетизма таинственных, непосредственно действующих на расстоянии сил в математически обязательной форме, после того как Фарадей опытным путем пришел к их отрицанию. Тем самым он создал предпосылки проникновения в электродинамику принципа близкодействия.

Лишь спустя более чем полстолетия этот теоретический подвиг получил равноценное воплощение в гравитационном учении Эйнштейна, которое помогло проложить путь принципу близкодействия в область тяготения и изгнало миф о силах дальнодействия из его последнего убежища.

Как это ни странно, Максвелл, будучи экспериментатором высокого класса и располагая отличным оборудованием, не попытался экспериментальным путем установить существование теоретически предсказанных им электрических волн и практически обосновать идею о единстве электромагнетизма и света. По-

видимому, он также не предложил для этого никакой программы исследования. Очевидно, собственные математические доказательства были для него столь убедительны, что экспериментальное подтверждение своих выводов он считал излишним.

Лишь через десять лет после смерти Максвелла Генрих Герц экспериментальным путем получил электрические волны и доказал их качественное единство со световыми. Это доказательство одновременно с колоссальным упрощением картины природы после исключения из нее представлений об электрических силах дальнодействия создало основу для окончательной победы выдвинутого Фарадеем и Максвеллом учения об электромагнетизме и свете.

Как и многие другие значительные английские естествоиспытатели XVIII...XIX веков, например крупные геологи Джеймс Хаттон и Чарлз Лайель, Джеймс Клерк Максвелл был шотландцем. Он родился 13 июня 1831 года в Эдинбурге в семье помещика. Среди его предков можно найти политических деятелей, поэтов, музыкантов и ученых.

Отец Максвелла был глубоко образованным человеком с разносторонними интересами. Он редко покидал свое имение и профессиональной деятельностью (в качестве советника юстиции) занимался лишь от случая к случаю. Он принимал живое участие в индустриальном развитии страны, и, кроме того, его постоянным занятием были различные небольшие технические изобретения. После ранней смерти матери (она умерла, когда Джеймсу было 8 лет) отец заботливо воспитывал мальчика. На первом плане стояли занятия естественными науками. У Джеймса очень рано пробудился интерес к технике и развились практические навыки.

В согласии с национальными традициями и общественными условиями большое место в воспитании отводилось религиозным наставлениям в духе английского протестантизма. Детским годам был обязан Максвелл и своим удивительным знанием текста Библии и стихов из "Потерянного рая" Мильтона.

В остальном маленький Джеймс рос и развивался среди детей служащих поместья и мелких крестьян, но, как подчеркивает биограф, "с духовными запросами члена правящего класса".

Первый опыт уроков на дому не привел к ожидаемому успеху. На жесткие воспитательные меры домашнего учителя мальчик отвечал упрямством и замкнутостью. В аристократической школе, которую он посещал впоследствии, Джеймс обратил на себя внимание благодаря большим математическим способностям. Особенно любил он геометрию. Об Эйнштейне вспоминают, что в 12 лет он восторгался "священной книжечкой по геометрии". Максвелл также слыл человеком не от мира сего. Он не мог наладить правильные отношения со своими школьными товарищами. Они дразнили его и давали ему прозвища. Не последнюю роль играла при этом одежда, которую его отец - он во многом был чудаком заказывал для мальчика.

В 14 лет Максвелл был награжден медалью за блестящие успехи в математике. Годом позже старший Максвелл представил Эдинбургской Академии наук, в заседаниях которой он иногда принимал участие в качестве гостя, первое научное произведение своего сына, после того как один знакомый ученый придал работе школьника соответствующую академическую форму. В сочинении рассматривался новый, ранее неизвестный математикам метод вычерчивания эллиптических фигур.

В Эдинбурге Максвелл три года изучал математику и физику. До этого он много занимался вопросами оптики, особенно поляризацией света и кольцами Ньютона. Им в основном руководил физик Вильям Николь, имя которого осталось жить в истории науки в названии призмы, данном в его честь.

В областях, не имеющих отношения к его предмету, Максвелл также старался получить прочные знания. Позднее, требуя, чтобы образование молодых естествоиспытателей не ограничивалось каким-либо специальным предметом, он опирался на собственный опыт. Для углубленного понимания проблем

естествознания он считал необходимым изучение философии, истории науки и эстетики.

В 1854 году Максвелл с академической степенью закончил Кембридж, где некогда работал Ньютон. После этого по совету Вильяма Томсона он начал вести частные исследования в области электричества.

Первая большая работа Максвелла - "О фарадеевых силовых линиях" появилась в 1855 году. Больцман, через 14 лет издавший это сочинение на немецком языке в "Оствальдовских классиках", подчеркнул в своих примечаниях, что уже эта первая статья Максвелла поразительно глубока по содержанию и дает представление о том, как планомерно подходил к работе молодой физик.

Больцман считал, что в области гносеологических вопросов естествознания влияние Максвелла было столь же определяющим, как и в теоретической физике. Все тенденции развития физики в последующие десятилетия были уже ясно обозначены в первой статье Максвелла и часто даже наглядно пояснялись теми же сравнениями. Они во многом совпадали с сформировавшимися позднее воззрениями Кирхгофа, Маха и Герца.

Уже в работе 1855 года Максвелл высказал мысль, которую он повторил в более поздних работах: силовые линии Фарадея следует представлять как тонкие трубочки с переменным сечением, по которым струится несжимаемая жидкость. Эту гидродинамическую модель электрического тока, исходящую из представлений Фарадея, Максвелл не считал, однако, отражением действительности, она должна была служить вспомогательным средством и облегчать новый подход к электродинамике путем применения механической аналогии.

Наряду с изучением электродинамики молодой ученый занимался также экспериментальными исследованиями физиологии цветового зрения. Первые результаты были получены также в 1855 году.

Независимо от Гельмгольца, который в том же году в Кенигсберге сделал свой ставший

знаменитым доклад "О зрении человека", Максвелл, который был моложе на десять лет, искал ответ на те же вопросы и пришел к сходным результатам. Его цветной волчок вскоре уже использовался Гельмгольцем при исследовании дальтоников, в ходе которых подтвердилась правильность взглядов Максвелла.

Чтобы показать противникам теории близкодействия, что он знаком с учением о силах дальнодействия и математически владеет им, Максвелл исследовал особенно трудный случай притяжения масс - загадку колец Сатурна.

Кольца, свободно парящие вокруг планеты Сатурн, в расплывчатой форме наблюдал уже Галилей, но только Гюйгенс описал их действительный вид. Эти кольца были предметом спора исследователей; одни считали их твердыми, другие - жидкими. Максвелл математическим путем доказал, что кольца Сатурна не могут быть ни твердыми, ни жидкими, а должны состоять из скоплений крохотных спутников. Позднее спектроскопические исследования подтвердили это толкование.

В 26 лет способный молодой исследователь получил приглашение на должность профессора физики в колледж в Абердине. Там он преподавал три года. Он не был безукоризненным академическим преподавателем, видимо, поэтому в 1860 году, когда маленькая высшая школа объединилась с другой, от его дальнейших услуг отказались. Заявление в университет Эдинбурга было отклонено на аналогичных основаниях. И здесь опытного учителя предпочли творчески мыслящему исследователю. Максвелл некоторое время провел в своем имении, но в том же году принял приглашение в Лондон.

Пять лондонских лет (1860...1865) были самыми продуктивными в жизни ученого. Максвелл работал как экспериментатор и как теоретик одновременно во многих областях. В учении о физиологии цвета он иногда экспериментировал вместе с Гельмгольцем, с которым он познакомился во время его поездки в Англию в 1864 году (см. факсимиле). "С одним

старым берлинским другом, писал Гельмгольц своей жене, - я поехал в Кенсингтон к профессору Максвеллу, физику Королевского колледжа, очень острому математическому уму, который показал мне прекрасные аппараты для исследований в области учения о цвете, отрасли, в которой я сам раньше работал; он пригласил коллегу-дальтоника, над которым мы проделали эксперименты".

В лондонские годы Максвелл значительно продвинулся в разработке механической теории теплоты, особенно кинетической теории газов. Этому содействовали изучение им колец Сатурна и одна из появившихся в это время публикаций немецкого физика Рудольфа Клаузиуса.

Еще в Абердине Максвелл сделал доклад по этому кругу вопросов и предложил ввести в кинетическую теорию газа вероятностное вычисление для определения скоростей молекул. Он сумел показать, что различные скорости молекул газа распределены так же - в соответствии с законом Гаусса, - как ошибки в наблюдениях, которые вкрадываются, когда одна и та же величина замеряется много раз при одинаковых обстоятельствах. Закон распределения скоростей молекул газа был гениально угадан Максвеллом. Этот закон стал основой статистической теории механики газов и краеугольным камнем новой отрасли статистической физики. Впоследствии она была развита в первую очередь Больцманом.

Известность Максвелла как ученого первоначально основывалась на математическом обосновании кинетической теории газа, пока его электромагнитная теория света не начала своего победного шествия по миру. Многие физики, например Джеймс Джонс, даже считали, что самым великим достижением Максвелла было исследование движения молекул газа. Свобода мышления, характерная для всего его творчества, проявилась здесь особенно плодотворно.

Больцман, который наряду с Максвеллом глубочайшим образом вникал в анализ движения молекул, сравнил максвелловскую кинетическую теорию газов с музыкальной драмой. "Как

музыкант по первым тактам узнает Моцарта, Бетховена, Шуберта, - писал он в некрологе, посвященном Кирхгофу, - так математики по нескольким страницам различают Коши, Гаусса, Якоби, Гельмгольца. Высочайшая элегантность характеризует французов, величайшая драматическая сила - англичан, прежде всего Максвелла".

Однако тот же Больцман отмечает свойство великого англичанина, странным образом контрастирующее с отмеченным выше драматизмом - "зачастую детски наивный язык Максвелла, который вперемежку с формулами предлагает наилучший способ выведения жировых пятен".

К лондонскому времени относятся основные исследования Максвелла в области электромагнитной теории света.

В работе "О физических силовых линиях", опубликованной четырьмя частями в 1861 и 1862 годах в одном из журналов, он продолжил математическо-физические исследования силовых линий Фарадея, начатые им шесть лет назад, и привел их к предварительному завершению. Максвелл пришел при этом к заключению, что электрические действия распространяются с конечной скоростью, соответствующей скорости света в пустом пространстве. Эта его работа уже содержит знаменитые уравнения электромагнетизма, включая уравнения для движущихся тел.

То, что Максвелл руководствовался при этом механическими моделями, не повлияло на результат. В истории естествознания не впервые, заметил по этому поводу Макс Планк, случается, "что совершенно верный результат бывает найден посредством не вполне достаточной связи идей".

В своих пояснениях к немецкому изданию этого сочинения в "Оствальдовских классиках" Больцман писал: "То впечатление, которое мы получаем, видя в первый раз имеющие для всего нашего естественнонаучного мировоззрения революционизирующее значение уравнения, увеличивается еще тем, что Максвелл не говорит ни слава об их роли, которую он, наверное,

предполагал, даже если он не так ясно видел, как мы видим сейчас". Примечательна при этом скромная простота, "с которой Максвелл показывает, с каким трудом он постепенно пробирался вперед".

Во время своей лондонской профессуры Максвелл лично познакомился с Фарадеем, который уже читал его публикации и в письмах к нему высоко оценивал их. Но общение с Фарадеем не могло более повлиять на его научное развитие. Максвелл еще студентом основательно проработал результаты исследований великого экспериментатора и ко времени встречи с 70-летним ученым имел уже сложившиеся воззрения на проблемы физики.

Так как Максвелл не располагал институтом при высшей школе, он оборудовал лабораторию на чердаке своего дома в благоустроенном жилом квартале на западе Лондона. Его жена помогала ему в экспериментах. Максвелл был очень умелым и необычайно находчивым экспериментатором.

Из-за плохого состояния здоровья Максвелл в 1865 году был вынужден отказаться от преподавания. Его поместье в Шотландии позволяло ему полностью посвятить себя исследованиям в качестве независимого, свободного от академических обязанностей ученого.

Шесть лет Максвелл провел в деревне. В это время он продолжал свои теоретические и экспериментальные работы и подготавливал обширные труды, которые потом, в 70-е годы, стали выходить один за другим. Приглашение стать ректором старейшего шотландского университета в Сент-Эндрью он отклонил. Но все же Максвелл становится университетским преподавателем в третий раз.

Кембриджский университет в 1871 году решает создать профессуру по экспериментальной физике и оборудовать учебную лабораторию. Два известнейших физика того времени не могли быть привлечены. Вильям Томсон не хотел оставлять профессуру в Глазго, которую он занимал в течение всей своей жизни, и, кроме того, он был так тесно связан с

оптической и электротехнической промышленностью города в качестве совладельца предприятий, что вообще неохотно отлучался из Глазго, а Гельмгольц только что принял приглашение на место профессора физики в университете столицы Германии.

Руководство университета обратилось к 40-летнему частному ученому из Шотландии, и в конце концов его удалось склонить принять новую кафедру.

Наряду с обязанностями лектора Максвелла ожидала большая организаторская работа. Новая лаборатория должна была быть построена и оборудована по его желаниям, предложениям и планам, в соответствии с мировым уровнем экспериментальной физики. При оборудовании Кавендишской лаборатории - она была названа по имени мецената, который был дальним родственником гениального естествоиспытателя Генри Кавендиша, - нашли свое применение технические знания и практический опыт Максвелла, полученные им смолоду под руководством отца. Позднее везде, где была возможность, он осматривал мастерские и фабрики.

Вначале, осуществляя свои планы, исследователь должен был преодолевать старые предрассудки относительно учебного эксперимента. В письме к австрийскому физику Лошмидту Максвелл с сожалением отмечал, что именно эти предрассудки повинны в том, что в Англии было недопустимо запущено обучение экспериментальной физике. Первая английская университетская лаборатория по физике была оборудована в Глазго Вильямом Томсоном только в 1846 году и долгое время оставалась единственной в своем роде.

В этот период крупная английская буржуазия, для гарантии конкурентоспособности ее товаров на мировом рынке наряду с работающими в промышленности химиками, остро нуждалась также и в физиках. Это обстоятельство помогло Максвеллу устранить препятствия. Ему пригодились его большой организаторский талант и дипломатическая тонкость в политических вопросах, касающихся науки.

Кроме того, ученый создал на свои средства и передал лаборатории многие дорогостоящие научные приборы. После его смерти в собственность института перешла и его ценная коллекция книг.

Вступительную лекцию в качестве кавендишского профессора экспериментальной физики Максвелл читал перед несколькими студентами. Он начертал в ней колоссальную программу фундаментальной перестройки преподавания физики в английской высшей школе. Он развивал мысль о том, что применявшиеся методы препятствуют дальнейшему прогрессу в изучении и преподавании физики. "Привычные принадлежности - перо, чернила и бумага - не будут достаточны, - говорил он, - и нам потребуется большее пространство, чем пространство кафедры, и большая площадь, чем поверхность доски". Это была резкая отповедь "меловой" физике, которая тогда еще господствовала в консервативных английских университетах.

Учебную лабораторию Максвелл рассматривал как "школу научной критики" и ставил перед ней задачу - стимулировать развитие учения о методах физики. Исследовательская работа должна как можно шире осуществляться коллективными усилиями. Максвелл апеллировал к модели совместного исследования, созданной Гумбольдтом, Гауссом и Вебером с целью охватить весь мир рекогносцировкой земного магнетизма. В этой первой в истории науки коллективной работе он видел основную форму и зародыш будущих естественнонаучных методов исследования.

Тогда это было лишь далекой целью. Только десятилетия спустя могла быть осуществлена планомерная совместная работа естествоиспытателей, которая сегодня является предпосылкой научно-технического прогресса. Сам Максвелл еще был гениальным исследователем-одиночкой, как до него Фарадей и после него другие известные ученые, среди них Герц, Рентген" Планк и Эйнштейн.

Кавендишская лаборатория положила в

Англии начало традиции исследований в области экспериментальной физики. Это имело большое значение для дальнейшего развития международной экспериментальной физики, и особенно для подготовки атомного века. После Максвелла ею руководили такие исследователи, как Рэлей, Дж.Дж. Томсон и Резерфорд, укрепившие и умножившие ее славу. Многие физики-атомщики в молодые годы совершенствовали в Кавендишской лаборатории свое образование, в их числе Макс Борн, Нильс Бор, П.Л. Капица.

За время своей профессуры в Кембридже Максвелл опубликовал немало значительных работ. В 1871 году появилась "Теория теплоты", в 1873 году вышел фундаментальный двухтомный учебник - "Трактат по электричеству и магнетизму". В этом труде Максвелл собрал и обобщил результаты своих исследований электромагнетизма. В маленькой работе "Субстанция и движение" (1876), которая была задумана как введение в изучение физической науки, он в простейшей форме, не прибегая к высшей математике, сообщает читателю основы классической физики.

Примечательно, что в этой книге механистическая картина природы излагается без каких-либо критических оговорок. Это подтверждает мнение Эйнштейна о том, что Максвелл, который, создавая труды по физике, на протяжении всей своей жизни помогал подрывать веру в механистическую картину природы, сознательно считал ньютоновскую механику основой всей физики.

Начиная с 1875 года Максвелл много времени и сил потратил на расшифровку и издание оставшихся рукописей Генри Кавендиша. Работам по теории электричества он уделял при этом особое внимание.

Благодаря его склонности к занятиям историей естествознания по крайней мере часть научного архива великого английского естествоиспытателя второй половины XVIII века, который сам опубликовал лишь немногое, стала достоянием потомства.

Людвиг Бюхнер в своей книге "Сила и

материя", которая в 50-е годы неоднократно переиздавалась и была переведена на многие языки, привел латинскую пословицу, которая утверждает, что среди трех естествоиспытателей и врачей двое всегда атеисты ("Tres physici - duo athei"). В том же духе Эрнст Мах писал в 1883 году в своей "Механике": "Если, войдя, мы слышим, как общество толкует о каком-то истинно набожном человеке, имя которого мы не расслышали, то мы будем думать о тайном советнике X или о господине фон Y, но едва ли когда-либо укажем на способного естествоиспытателя".

Максвелл был, очевидно, здесь в числе исключений, подтверждающих правило. Подобно Фарадею, который всю жизнь свято верил в библию и был активным проповедником, подобно Роберту Майеру, который закончил свой доклад на Инсбрукском съезде естествоиспытателей в 1869 году, к удивлению большинства участников, открытым признанием христианской религии, Максвелл тоже был "способным естествоиспытателем" и одновременно "истинно набожным человеком".

Из документов и сообщений следует, что он читал в своем шотландском поместье теологические сочинения и руководил религиозными обрядами в кругу семьи. Его письма к жене полны богобоязненных рассуждений. Многое здесь покоилось просто на традиции. Однако если Максвелл в 1873 году в докладе по вопросам молекулярной физики выступил против эволюционной теории Дарвина и утверждал, что материя не может существовать сама по себе, но должна быть сотворена, то этим он ясно показал, как далек он по своим воззрениям от таких естествоиспытателей-атеистов, как Бюхнер, Мах или Геккель. Но эти религиозные убеждения, которые в несколько иной форме можно найти и у его великого почитателя Больцмана, не повлияли на его исследовательский труд.

Подобно Больцману и большинству естествоиспытателей XIX века, Максвелл был естественнонаучным материалистом. В основе всех его работ лежит "реалистическое"

восприятие природы: внешний мир существует независимо от человеческого сознания и может быть исследован в своих предметных отношениях. В отличие от Фарадея, который скептически относился к теории атома и искал способ обойтись без помощи представления об атоме, Максвелл был открытым сторонником атомизма. Одним из первых он предположил, что созданный Бунзеном и Кирхгофом спектральный анализ поможет сделать более точное заключение о внутреннем строении атома - предсказание, оказавшееся верным.

Общественные воззрения Максвелла можно себе представить, если учесть его классовое происхождение и традиции, в которых он был воспитан. Биограф Максвелла Кроутер называет социально-политические взгляды великого физика устаревшими. Классовые пристрастия шотландского помещика постоянно давали о себе знать во взглядах Максвелла. В его сознании прочно укоренилась библейская догма, согласно которой бедность и богатство угодны богу, а господа и рабы будут существовать вечно.

Однако Максвеллу с юных лет было свойственно живое расположение к трудящимся и угнетенным, к промышленным рабочим, к мелким ремесленникам и служащим.

Будучи профессором в Абердине, Лондоне и Кембридже, он часто читал научно-популярные доклады перед пролетарской и полупролетарской аудиторией. В одном из писем он отмечал, что рабочие гораздо сильнее жаждут образования и нередко следуют за ходом его мысли с большей готовностью, чем многие студенты. Наряду с этим популяризаторская деятельность Максвелла была непосредственно связана с попытками смягчить тяжесть капиталистической эксплуатации. Так, начинающий физик сообщал отцу из Кембриджа, что он и его друзья организовали школу для рабочих и успешно выступают "за Солее раннее окончание работы" и против практики бесплатных сверхурочных часов.

Все эти устремления у такого человека, как Максвелл, очевидно, находились в согласии с христианской любовью к ближнему и с обычаем

помогать страждущим и несчастным. Но они являются также выражением того чувства социальной ответственности и гуманистического долга за пределами религиозной сферы, которое мы встречаем у многих крупных буржуазных естествоиспытателей последнего столетия, в наибольшей степени, вероятно, у Альберта Эйнштейна.

Максвелл был далек от революционной классовой борьбы и марксистского учения о рабочем движении, которое в 60-е годы именно из Англии - под личным руководством Маркса и Энгельса и благодаря деятельности I Интернационала начало бурно распространяться во всем мире.

Жизнь этого необычайно плодотворного исследователя, объединившего в себе гениального теоретика и изобретательного экспериментатора, оборвалась неожиданно быстро. Ученый не придавал значения небольшому расстройству пищеварения, приведшему к серьезному заболеванию, от которого он скончался 5 ноября 1879 года на 49-м году жизни.

Планк говорил о том, что имя Максвелла "блещет на вратах классической физики". Максвелл действительно был блистательным явлением среди физиков нового времени. Своими научными трудами, особенно великолепной системой формул электродинамики, он заложил важнейшие основы физики атомного века.

Его теория электричества и света настолько опередила свое время и была так законченна, что полвека спустя Эйнштейн мог почти без изменений включить ее в свою теорию относительности.

Подобных примеров в мировой истории науки немного.

Генрих Герц

Доказательство существования электрических волн

Максвелл не проверил правильности своих теорий электромагнетизма и света опытным путем. Его учением восторгались как великолепным произведением математического искусства, часто восхищались им также лишь как

блистательной игрой формул и остроумным курьезом. Большинство физиков сомневались в том, что эта теория отражает истинное положение вещей. О ее всеобщем признании при жизни Максвелла не могло быть и речи, особенно в Англии.

В Германии, по словам Планка, теория Максвелла "вряд ли принималась во внимание". Ее основные положения слишком противоречили привычным воззрениям и не были подкреплены опытными результатами.

Подобно системе мира Коперника до астрономических наблюдений Галилея и геометрическо-кинематических уточнений, сделанных в ней Келлером, благодаря двум его первым законам, теория Максвелла также вначале воспринималась лишь как новая и смелая гипотеза, которая казалась вполне вероятной и в пользу которой говорило многое. Но обладали ли в действительности электрические волны свойствами, которые предсказывал Максвелл, - этого никто не мог сказать с достоверностью.

Заслуга доказательства действительного существования электрических волн, предсказанных Максвеллом математическим путем, принадлежит Генриху Герцу. Его классические опыты, проведенные в Карлсруэ в 1886...1888 годах, доказали, что максвелловская теория электромагнетизма является отображением действительности. Этим он способствовал ее победе.

Немаловажно при этом, что эксперименты Герца производились простыми средствами - их можно было повторить и проверить в любом физическом институте. Скептики могли убедиться собственноручно.

Но Герц достиг большего, чем простое доказательство правильности учения Максвелла. Он освободил эту теорию, которая в первоначальном виде была еще неясной и трудной для понимания, от всего второстепенного, что поначалу служило для облегчения представлений и расчетов, и придал ей законченный математический облик. Борн справедливо говорил о "новом обосновании"

Герцем максвелловской теории электромагнитного поля.

Кроме успешного подтверждения и теоретического завершения максвелловской теории, Герц создал ценные труды и в других областях физики. Выводы из них имели большое значение для будущего этой науки.

В речи, посвященной памяти Герца, Планк назвал гениального, слишком рано умершего исследователя "одним из вождей нашей науки, гордостью и надеждой нации"; его жизненный путь соответствовал "простоте и прямоте его поведения".

Генрих Герц происходил из среды состоятельного немецкого бюргерства. Он был старшим сыном гамбургского адвоката, который позднее стал сенатором и руководил управлением юстиции ганзейского города. Он родился в Гамбурге 22 февраля 1857 года. Таким образом, Герц был почти ровесником Планка; однако он умер на полстолетия раньше Планка, и нам сегодня кажется, что он принадлежал к старшему поколению физиков.

Вначале Генрих Герц посещал частную школу. Наряду с умственными способностями очень рано стали очевидны его сноровка и склонность к практическим занятиям техникой. В свободное время он по собственному желанию брал уроки у столяра, изучил на профессиональном уровне также токарное дело. Будучи уже начинающим ученым и живя в Берлине, он неоднократно справлялся в письмах о своем токарном станке, полученном от родителей.

Мальчик оказался необычайно смышленым в добровольном изучении ремесел. Его мать вспоминала, что мастер, у которого Генрих изучал токарное дело, в ответ на ее сообщение о том, что его бывший ученик теперь стал профессором, воскликнул, совершенно расстроенный: "Ах, как жаль, какой бы это был токарь!"

В городской школе Герц считался одним из лучших в классе. Его блестящая одаренность соединялась с ярко выраженным чувством долга. Все учебные предметы привлекали его одинаково сильно. Математикой и естественными науками

занимался он так же охотно и успешно, как древними и новыми языками. Эпос Гомера, диалоги Платона, стихи Данте на языке подлинника сопровождали его всю жизнь.

Наряду с итальянским, французским и английским Герц занимался и такими языками, которые не относились к числу обязательных предметов. Его успехи в арабском были столь удивительны, что учитель настоятельно рекомендовал отцу, чтобы тот непременно направил Генриха изучать ориенталистику: ученик с такими выдающимися способностями к арабским языкам ему еще не встречался.

У него был также талант рисовальщика, и он развивал его в специальной школе. Лишь к одному предмету он был совершенно неспособен: к музыке. Все старания учителей развить у него слух остались безрезультатными. Он не мог участвовать даже в школьном хоре, так как сбивал всех своим гудением.

В этом Герц отличается от других знаменитых представителей точного естествознания, среди которых немало одаренных и страстных музыкантов. Для примера можно сослаться на Гельмгольца, Больцмана, Нернста, Оствальда, Планка, Эйнштейна, Борна, Фридриха и Гейзенберга.

Как и многие физики и химики, Генрих Герц еще школьником ставил простые естественнонаучные опыты. Особенно охотно он экспериментировал в области механики и оптики. Столь характерная для его более поздней деятельности связь умственной и физической работы проявилась очень рано.

В 18 лет, в 1875 году, Герц сдал экзамены на аттестат зрелости в школе Иоганнеумса, в которой он заканчивал обучение. По математике он получил оценку "очень хорошо", по естествознанию - "хорошо". Благоприятные оценки по другим предметам, поставленные преподавателями, самодур-директор, незадолго перед этим принявший руководство учебным заведением, собственноручно понизил на один балл, о чем свидетельствуют сохранившиеся экзаменационные протоколы. "Ганс пришел домой такой подавленный и несчастный, что мы

должны были утешать его, вместо того чтобы радоваться его успеху", - писала его мать.

Общая характеристика отмечала у абитуриента острую логику, надежную память и "легкость (если не сказать красоту) изложения"; к недостаткам отнесена монотонность его речи. Эта оценка осталась справедливой и в дальнейшем.

По желанию отца и следуя собственной склонности Генрих Герц хотел стать инженером-строителем или архитектором. Как считал Гельмгольц, скромность, бывшая всегда характерной чертой натуры Герца, заставила его поначалу усомниться в собственной способности к теоретическому естествознанию; занимаясь своими любимыми работами по механике, он был более уверен, что добьется успеха.

Для подготовки к избранной профессии Герц занимался один год практической работой в конструкторском бюро во Франкфурте-на-Майне. Весной 1876 года он отправляется в Дрезден, чтобы начать занятия инженерной наукой в Высшей технической школе. Он пробыл там лишь один семестр. Как видно из его писем, Герц не получил особенной пользы от большинства "довольно-таки скучных" лекций.

Осенью 1876 года он, как студент инженерного ведомства, был призван для несения годичной военной службы при железнодорожном корпусе в Берлине. Вначале его очень угнетала жизнь в прусской казарме. Муштра отталкивала его. Однако благодаря своей способности осваиваться, он вскоре нашел в этом свои хорошие стороны. "И все же служба дает нечто прочно-положительное, говорится в одном из писем родителям в ноябре 1876 года, - леность изгоняется из человека основательно; теперь очевидно, что не бывает худа без добра".

После окончания службы Герц отправляется в Мюнхен, чтобы продолжить занятия инженерной наукой в Высшей технической школе. При этом он слушал в университете лекции по математике и физике у Филиппа фон Жолли, прославленного физика того времени, который был также учителем Планка. В нем росло и крепло убеждение, что только научная работа и

академическое поприще могут дать ему истинное удовлетворение.

С согласия отца Герц меняет свои планы. Он прекращает обучение в Высшей технической школе и полностью посвящает себя занятиям физикой и математикой в университете.

Характерно, что он при его осторожной манере судить и его уважении ко всякой основательной деятельности не считал свои прежние планы заблуждением; он лишь хотел заменить их лучшими. "Я весьма охотно стал бы инженером, писал он родителям, - но столь же охотно переплетчиком или токарем, словом, всем, что относится к разряду приличного. Но все же есть разница между "охотно" и "охотно"".

Жолли отослал любознательного студента к фундаментальным трудам по математике. Он прежде всего назвал ему произведения Лагранжа, Лапласа и других классиков точных наук и посоветовал основательно изучать их. Он рекомендовал ему уделить внимание истории естествознания, так как это способствует пониманию актуальных проблем исследования природы.

Как показывают его письма к родителям, Генрих последовал совету учителя с привычной для него добросовестностью. За короткое время он прорабатывает объемистые труды по истории науки. Особенно настойчиво занимался он математикой и историей ее проблем. Для его позднейшей теоретической деятельности это было ценной подготовкой.

Герц углубляется также в старые научные журналы, например знаменитый лейпцигский "Acta Eruditorum", первый научный журнал Германии, основанный в 1682 году и просуществовавший столетие. К числу сотрудников этого журнала принадлежал Лейбниц. Под влиянием этой литературы Герц высказал мысль: "Мне действительно становится иногда жаль, что я не жил в то время, когда было так много нового. Собственно, и сейчас достаточно неизвестного, но я не думаю, что сейчас можно легко найти что-либо такое, что могло бы преобразовать всю систему воззрений, как в то время, когда телескоп и микроскоп были

еще новинками". Это мнение Герца, как заметил Лауэ по поводу этой выдержки из письма, было основательным образом опровергнуто им самим.

Для того чтобы слушать лекции всемирно известных специалистов по математике и экспериментальной физике, Гельмгольца и Кирхгофа, и закончить образование под их руководством, Герц в октябре 1878 года становится студентом Берлинского университета, то есть именно в тот момент, когда юный Планк вновь покидает Берлин и возвращается в Мюнхен.

В одном из писем родителям Герц образно описывает кипучую жизнь, с которой он столкнулся в столичном университете империи: "Профессора читают лекции в слишком маленьких аудиториях (предполагаю, что больших нет), так что весьма часто все бывает занято, все до последнего места и многие еще стоят; в десять через вестибюль университета приходится проталкиваться как у железнодорожной кассы на троицу".

Гельмгольц, "первый естествоиспытатель Германии", как позднее называл его Герц, к тому времени уже семь лет трудился в Берлине, успешно открывая не только новые законы природы, но и таланты в естествознании. Верным глазом ученого он распознал блестящие способности молодого гамбуржца и всячески содействовал их развитию, не навязывая ему своего образа мысли. Для дальнейшего пути Генриха Герца как физика это имело большое значение, и он сохранил благодарность своему учителю на всю жизнь.

"Уже во время элементарных практических работ, проведенных им, я видел, что имею дело с учеником необычайной одаренности", - сообщал Гельмгольц. Когда в конце летнего семестра перед Гельмгольцем встала задача предложить тему конкурсной работы по физике для студентов философского факультета, он выбрал вопрос по электродинамике и был рад, что Герц заинтересовался работой.

Поставленная Гельмгольцем задача касалась специальной проблемы движущегося

электрического заряда. В этой области в то время - прежде всего в Германии - господствовали еще механистические воззрения Вильгельма Вебера. Вебер возвращал электрические явления назад, к силам дальнодействия, распространяющимся с бесконечной скоростью в невесомом электрическом флюиде. Он приписывал подвижному электричеству особый вид инерции, какая свойственна твердым телам.

Предложенный Гельмгольцем эксперимент должен был выяснить, обладает ли на самом деле электрический заряд, движущийся по проводникам, как ток, подобной инерцией. Таким образом, конкурсный вопрос опосредованно служил усилиям экспериментальной проверки теории электричества Фарадея - Максвелла, в правильность которой Гельмгольц склонен был верить.

Рабочее место Герца было в новом, как он писал, "прекрасно оборудованном" Физическом институте на Рейхстагуфер, который был построен по планам Гельмгольца. В его распоряжении были все приборы, необходимые для проведения исследовательской работы. Руководитель института лично опекал его, давал советы. "Гельмгольц приходит каждый день на несколько минут, смотрит работу и очень любезен", - говорится в письме родителям от 17 ноября 1878 года.

Но научные интересы студента не ограничивались занятиями в области его специальности. Герц слушал также лекции по гуманитарным предметам, в первую очередь по истории, например лекции придворного историографа Гогенцоллернов Генриха Трейчке, блестящего оратора, который оказал, однако, роковое влияние на берлинских студентов и "национально" настроенную немецкую буржуазию, способствуя распространению антисемитских взглядов. Пресловутый лозунг "евреи - наше несчастье", который позднее служил для "оправдания" фашистских преступлений в Аушвитце, Майданеке и других местах ужаса, был впервые выдвинут Трейчке.

С конкурсным факультетским заданием Герц

справился успешно, хотя и с негативным результатом как он и предчувствовал. Инертная масса в той форме, в какой ее следовало ожидать в соответствии с электромеханикой Вебера, не обнаруживалась. Этот результат противоречил старой, еще господствовавшей электродинамике.

В своем исследовании Герц не ограничился экспериментом, предложенным Гельмгольцем, а вышел за его рамки. Гельмгольц считал, что эти опыты убедительно продемонстрировали Герцу "неслыханную подвижность электричества" и помогли найти путь, который вскоре привел его к большим открытиям.

Решением конкурсной задачи Берлинского университета Герц сделал первый шаг к своей мировой славе физика. Памятная медаль, которой были отмечены его достижения, "очень большая и красивая золотая медаль", врученная ему ректором, философом Эдуардом Целлером, в конце летнего семестра 1879 года в актовом зале университета, была его первой научной наградой.

Более широкая по содержанию работа - вновь по инициативе Гельмгольца была вынесена на конкурс Берлинской Академией наук. Следовало установить, влияют ли изоляторы каким-либо образом на электродинамические процессы, как того требовала максвелловская теория в противовес старым воззрениям. Гельмгольц предложил это задание, ожидая, что Герц справится с ним успешно.

Однако приблизительный расчет убедил Герца в том, что применяемые тогда лабораторные средства недостаточны для возбуждения быстрых электрических колебаний, которые были необходимы для экспериментального разрешения этого вопроса. Он не мог решиться начать разработку. Через семь лет он вернулся к этому предмету в Карлсруэ. Осенью 1879 года увенчанный премией студент приступил к разработке своей докторской диссертации "Индукция во вращающихся шарах". Через три месяца он закончил опыты и письменно изложил их результаты.

Только 14 дней лежал манускрипт на письменных столах экспертов. Гельмгольц оценил

работу на "очень хорошо". "Она показывает, - писал он, что автор умеет проводить трудные математическо-физические исследования с большой уверенностью и находчивостью. Результаты интересны и новы". Кирхгоф как второй эксперт добавил: "Я присоединяюсь к положительной оценке работы и ходатайствую о допуске кандидата к экзамену".

О ходе докторского экзамена, проходившего 5 февраля 1880 года, Герц сообщил на следующий день родителям: "Некоторую неловкость испытал я, однако, когда шел вчера в университет и увидел, что в сенатском зале горят все огни. Экзамен длился от шести до восьми. Стоило мне начать, и я сразу увидел, что не должен провалиться". Далее он пишет: "Как только у меня появлялась неуверенность, экзаменаторы торопились поднять мое мужество детски легкими вопросами и перейти в другую область. В философии я мог бы блеснуть, если бы профессор Целлер не спрашивал слишком уж легко".

Протокол экзамена в актах Гумбольдтовского университета подтверждает и дополняет слова Герца.

"Господин Гельмгольц, - говорится там, - начал экзамен с основного предмета. Он спросил о фактах, обнаруженных посредством наблюдений, благодаря которым пришли к признанию волновой теории света. Кандидат ответил на все без исключения поставленные вопросы с большой уверенностью и ясностью. Профессор Целлер спрашивал о досократовской, платоновской и аристотелевской философии и был удовлетворен ответами кандидата".

На все вопросы, поставленные Кирхгофом, который продолжил экзамен по основному предмету, Герц также ответил "полностью правильно и уверенно". Математик Куммер закончил экзамен вопросами из области механики и ее применения и из теории кривых плоскостей. И здесь кандидат показал себя "хорошо ориентированным почти во всем в этих предметах". Общей оценкой экзамена была - "хорошо" ("magna cum laude").

Оценка "хорошо" была тогда редкой в

Берлинском университете и Герц остался ею весьма доволен. "Считанные доктора здешнего университета имеют мою оценку, и, особенно у Гельмгольца и Кирхгофа, это удается немногим", гордо сообщает он родителям. Еще раньше, вскоре после своего прибытия в Берлин, он писал: "К здешним докторам относятся с трепетным уважением, и они кажутся, мне во всяком случае, иными, чем где-либо в других местах".

15 марта 1880 года Герц получает диплом доктора, написанный по-латыни. Вскоре после этого Гельмгольц предлагает высокоодаренному молодому физику освободившееся место ассистента в своем институте.

Два с половиной года Герц был ассистентом в институте на Рейхстагуфер. Наряду со своими служебными обязанностями по руководству практикантами он находил время делать собственные эксперименты и публиковать их результаты. В его работах обсуждались вопросы термодинамики, теории упругости, твердости тел, испарения. "Равновесие плывущей льдины, на которой стоит человек", тоже относилось к проблемам, которыми он занимался.

Как следует из писем к родителям, начиная с лета 1882 года, Герц занялся световыми явлениями в разреженных газах. При этом он заметил, что исследования в этой еще "очень неясной" области, по его мнению, приобретут большое теоретическое значение. Это было верным предвидением. Исследование катодных лучей, о котором здесь шла речь, привело в дальнейшем к открытию рентгеновских лучей и к снятию таинственного покрова со структуры материи событиям, до которых не пришлось дожить самому Герцу.

Молодого физика направлял и оказывал на него влияние при этих исследованиях частный берлинский ученый Евгений Гольдштейн. Он был на семь лет старше Герца и тоже принадлежал к числу учеников Гельмгольца.

Эти примечательные световые явления в гейслеровских трубках, известные с конца 50-х годов и описанные Плюккером, Гитторфом и Круксом, Гольдштейн назвал катодными лучами.

Как раз в то время, когда Герц был ассистентом Гельмгольца, Гольдштейн написал несколько капитальных работ об электрических разрядах в разреженных газах. В 1886 году, вскоре после отъезда Герца из Берлина, он увенчал свою исследовательскую деятельность открытием "каналовых" лучей, которые сыграли важную роль в экспериментальных исследованиях следующих лет.

Герц находил, что экспериментирование с катодными трубками в высшей степени увлекательно и в эстетическом плане. В письмах к родителям он снова и снова описывал эти "чудесные" явления и изумительную игру красок, которая вызывала его восхищение.

Искусство стеклодува, которым Генрих Герц, как и большинство физиков и химиков его поколения, мастерски владел, весьма пригодилось ему при этих опытах. Кстати, молодой Вильгельм Оствальд, судя по воспоминаниям его учителя, также был превосходным стеклодувом.

Подобно всем крупным экспериментаторам, Генрих Герц был необычайно находчив и неисчерпаем на выдумки в том, что касается приспособлений для опытов. "За день можно придумать опытов и работ больше, чем сделать за год", - читаем мы в письме от 2 декабря 1882 года. Он изобрел и сам построил несколько научных измерительных приборов, например гигрометр и электродинамометр, который он использовал для своих экспериментов с газосветными разрядами.

Герц не боялся однообразной механической работы, которая была неизбежной, например, при самостоятельной постройке большого источника постоянного тока. "Я тружусь совершенно так же, как фабричный рабочий, писал он 6 сентября 1882 года, - потому что я тысячу раз повторяю каждое движение руки, так, я часами только и делаю, что сверлю отверстия одно подле другого, гну жестяные полосы, потом часами лакирую их и так далее".

Уже работы берлинского периода выявляют ту беспощадную самокритичность в оценке результатов опытов, которая была характерна

для позднейших работ исследователя. Герц никогда не удовлетворялся констатацией какого-либо положения, но всегда точно указывал границы, в которых оно действительно. Этот рано развившийся самокритический подход стал одним из источников его научного величия.

За время своего ассистентства Герц по-человечески ближе познакомился с "имперским канцлером науки", как любили называть Гельмгольца в годы культа Бисмарка. Гельмгольц часто приглашал своего сотрудника на чай или на званые вечера в свою роскошно обставленную служебную квартиру.

Однако более близкое знакомство со знаменитым физиком оказалось во многих отношениях разочаровывающим. Гельмгольц был в обращении чопорен и формален и до мозга костей прусский тайный советник. Он "не относится к хорошим собеседникам... - замечал Герц в письме к родителям, - он говорит так медленно и размеренно, что по крайней мере для меня невозможно слушать его внимательно, если речь не идет о вещах, при обсуждении которых действительно хочется взвешивать каждое слово".

Такие внешние моменты, конечно, не умаляли уважения и благодарности, которые Герц испытывал к своему наставнику. В речи, посвященной памяти Герца, Планк говорил о "детском почитании своего учителя Гельмгольца", которое Герц проявлял при каждой возможности: "нельзя было не заметить, что он сам воспринимал как благо возможность облечь в личную форму восхищение достоинством и истинностью своей науки".

В Берлине для молодого физика-исследователя не было тогда возможности продвижения, во всяком случае в обозримый промежуток времени. Поэтому Герц последовал совету Кирхгофа принять доцентуру по математической физике в университете Киля. Министерство просвещения дало согласие. На время его приват-доцентуры до разрешения на экстраординарную профессуру, для которой он предназначался, для него была предусмотрена постоянная денежная субсидия.

Нелегко было страстному физику-экспериментатору уйти из главного центра физических исследований и преподавания, каким был Берлинский университет при Гельмгольце и Кирхгофе, в провинциальный университет, где в его распоряжений не было даже простой лаборатории. В Берлине он располагал самыми лучшими приборами для своей дальнейшей исследовательской работы. Регулярные собрания в Берлинском физическом обществе, где он сам несколько раз делал доклады, стимулировали его научную работу. От всего этого он должен был теперь отказаться.

После того как в мае 1883 года за статью о газосветном разряде он получил право преподавания, Герц два года преподавал в Киле математическую физику.

Влияние его преподавательской деятельности на этот маленький университет, где на всех факультетах, взятых вместе, насчитывалось лишь несколько сот студентов, было скромно. Большей частью в его аудитории сидело лишь 6...8 студентов. В хорошую летнюю погоду их было еще меньше. Так, в июле 1883 года он писал, что посещаемость лекций за последние недели, когда было особенно жарко, пострадала, к его "немалому огорчению", несколько раз число присутствующих опускалось до двух. Поскольку одновременно с понижением температуры оно вновь поднялось до четырех, он решил, что может не ставить себе в вину столь скудное посещение. Время от времени он находил аудиторию совсем пустой. "Большое расстройство", - писал он по этому поводу в своем дневнике.

При таких обстоятельствах молодой ученый имел относительно много времени для размышления о научных вопросах и работы над специальной литературой. Это было лучшее из того, чем отмечены годы, проведенные в Киле, и что впоследствии очень благоприятно отразилось на его успехах.

Заметки в дневнике позволяют детально проследить исследования, проводимые доцентом.

Так, 19 января 1884 года говорится: "Обдумывал электродинамические опыты". 27

января он отметил: "Размышлял об электромагнитном излучении". 29 января он раздумывал об электромагнитной теории света. 4 марта его занимала недавно вышедшая "Механика" Эрнста Маха. 6 марта он посвятил оптике. 11 мая говорится: "Вечером - основательно - электродинамика по Максвеллу". 13 мая: "Исключительно электродинамика". 16 мая: "Весь день занимался электродинамикой".

Вплоть до поздней осени 1884 года на первом плане стояли занятия электродинамикой. Все время встречаются записи о том, что Герц "размышлял" над вопросами электродинамики. В их числе появляется заметка: "Упорно размышлял над электродинамикой". Наряду с этим он интересовался также трудами Давида Фридриха Штрауса, посвященными критике религии, и читал переписку между Гёте и Шиллером, Гауссом и Шумахером.

Но Герц не мог быть полностью удовлетворен своей деятельностью в Киле. "Очень плохое настроение", - отметил он в дневнике 29 октября 1884 года. Предоставление обещанной профессуры оттягивалось от семестра к семестру. Из-за этого у него не было прочной основы для существования. Но большей частью его угнетало, по-видимому, отсутствие возможности экспериментировать в хорошо оборудованном институте, к чему он привык в свои берлинские годы. Маленькая частная лаборатория, которую он начал оборудовать самодельными приборами в подсобном помещении своей квартиры, могла быть лишь паллиативом.

Герц был прирожденным экспериментатором. Несмотря на свои ярко выраженные математические способности и живые теоретические наклонности, он не чувствовал себя счастливым, занимаясь математической физикой. Он тосковал, как писал Планк, по своему любимому делу - эксперименту.

Поэтому он с радостью принял осенью 1884 года приглашение на должность ординарного профессора физики в Высшую техническую школу в Карлсруэ, где в его распоряжении был институт с хорошим экспериментальным оборудованием.

В марте 1885 года Герц переселяется в город, который в последующие четыре года стал ареной его великих открытий и местом рождения его мировой славы. "Утром осмотрел институт в политехникуме и остался доволен", значится в дневнике 30 марта 1885 года. Двумя днями позднее он отмечает: "В институт доставлен оптический шкаф. Найдена подходящая квартира".

Во всяком случае, было покончено, как он писал, с "безмятежным досугом приват-доцента". Он должен был заниматься всевозможными институтскими и административными делами. Подготовка к лекциям, экзамены и факультетские обязанности всякого рода мешали ему заниматься собственной научной работой. В июне 1885 года он жаловался в письме своим родителям: "Неужели я тоже стану одним из тех, кто, получив профессуру, перестает что-либо создавать".

Дневник верно отображает жизнь молодого профессора. Среди заметок о служебных делах, о ссоре с учеником механика, разбившим диск большой электростатической машины, о теоретических вопросах, короткая и деловая - в стиле сообщений о результатах физических опытов - запись о том, что он помолвлен с дочерью одного из коллег. Через год после своего переселения в Карлсруэ, летом 1886 года, Герц женится.

Вскоре после этого, в октябре 1886 года, начинаются в "удивительном сплетении заслуг и счастья", как писал Планк, те классические эксперименты, которые создали научную славу Генриха Герца. Их непосредственным исходным пунктом - подобно открытию Эрстеда в 1820 году - было случайное наблюдение во время подготовки и проверки учебного эксперимента.

При экспериментировании с электрическими разрядами Герц заметил искрение одной из двух близко лежавших друг подле друга изолированных спиралей. Он сразу же предположил, что это явление основано на процессе индукции и его следует толковать как электромагнитный резонанс, сравнимый с аналогичным акустическим явлением. Очевидно,

было возможно с помощью искрового индуктора и в открытой катушке с небольшим количеством витков вызывать быстрые электрические колебания.

Теперь Герц вернулся к вопросу, поставленному в конкурсном задании Берлинской Академии наук, от разработки которого он отказался семь лет назад, потому что тогда не видел возможности разрешить его при помощи имевшихся в его распоряжении средств. Но вскоре он вышел за рамки частной проблемы, которая была предметом конкурсного академического сочинения: влияют ли изоляторы на электродинамические процессы?

Герц поставил перед собой гораздо более широкую задачу: он хотел выяснить, существуют ли в действительности электромагнитные волны, предсказанные теорией Максвелла. За несколько дней он изготовил необходимые приборы и начал планомерно экспериментировать.

25 октября 1886 года в дневнике записано: "Получил искровой микрометр и начал с ним опыты". 26 октября: "Ставил опыты над искрами в коротких металлических контурах". 29 октября: "Опыты с искрами". И так продолжается до 2 декабря 1886 года, когда появляется первое значительное свидетельство успеха: "Удалось вызвать явление резонанса между двумя электрическими колебаниями".

В ходе этих опытов Герц создал основную форму дипольной антенны, которая и сегодня применяется в технике УКВ. При помощи этого прибора он мог получать быстрые электрические колебания, необходимые для осуществления его исследовательского замысла и для оценки теории Максвелла.

5 декабря 1886 года Герц отправил Гельмгольцу первое письменное сообщение о своих наблюдениях, противоречащих теории дальнодействия. Предварительные результаты своих экспериментов он обобщил в двух работах.

Первая была опубликована под заголовком "Об очень быстрых электрических колебаниях" в "Видемановских анналах физики и химии". Вторая, толчком для которой послужила идея, высказанная Фарадеем, была написана в его

духе и под заголовком "О влиянии ультрафиолетового света на электрический разряд" напечатана в материалах заседаний Берлинской Академии наук. Она была посвящена побочному явлению, возникавшему при некоторых опытах с искрами.

Герц наблюдал влияние ультрафиолетового света на искровой разряд. Он открыл таким образом закономерность, которую уже через год подробно исследовал экспериментальным путем дрезденский физик Вильгельм Галлвакс, а позднее Филипп Ленард. Однако теоретическое объяснение этой закономерности было дано лишь в 1905 году Альбертом Эйнштейном. Речь идет о фотоэлектрическом эффекте, электрическом действии света, которое, как показал Эйнштейн, основывается на квантовом обмене энергией между фотонами и электронами.

В силу чисто внешних обстоятельств, при которых Герц проводил свои опыты, он иногда оказывался на ложном пути. Он должен был работать с очень длинными электрическими волнами. Между тем особые условия резонанса в помещении, где ставились опыты, приводили к неверным результатам. "Неблагоприятное влияние помещений", как он писал, не могло быть устранено даже при усилении тщательности наблюдений.

Он придумывал все новые условия опытов и месяцами проводил контрольные эксперименты, чтобы проверить надежность результатов своих наблюдений. Нередко ему казалось, что он "заблуждается, несмотря на все старания". При этом наиболее сомнительным был вывод, к которому он пришел из-за помех. Ему показалось, что электрическая сила распространяется в проводах с иной скоростью, чем в вакууме. Это противоречило бы максвелловской теории. Через некоторое время ему удалось исправить свою ошибку.

5 ноября 1887 года Герц послал Гельмгольцу новую статью - "О явлении индукции, вызываемом в изоляторах электрическими процессами". Он просил его предложить рукопись Берлинской Академии наук.

Гельмгольца эта работа должна была

особенно обрадовать: в ней Герц блестяще и исчерпывающим образом решил конкурсную задачу Академии от 1879 года. Он сумел показать, что изолятор может быть местом электромагнитных процессов. Это подтверждало взгляды Фарадея и Максвелла. Уже через три дня он получил почтовую открытку с ответом: "Рукопись получил. Браво! В четверг передаю ее в печать. Герман фон Гельмгольц".

Теперь Герц ставит опыт за опытом в захватывающем дух темпе. Последовала дальнейшая проверка и подтверждение максвелловской теории. Основные эксперименты Герц мог производить только в перерывах между лекциями, так как он использовал для них свою аудиторию, площадью 14х15 метров, которая была самым большим из имевшихся в его распоряжении помещений. Зал для опытов специально оборудовался. Механик удалял все металлические предметы, которые можно было убрать, прежде всего газовые трубы и люстру. Скамейки были соединены мостками, по которым Герц мог ходить во всех направлениях со своим измерительным инструментом, проволочным кольцом примерно 30 см диаметром. Цинковая пластинка 4 м высотой, которая была укреплена на стене, служила отражателем электрических волн.

Работу экспериментатора снова можно шаг за шагом проследить по дневнику. 29 декабря 1887 года значится: "Экспериментировал. Затеняющее действие железа, рефлексия от стены и т.д.". 30 декабря: "Проследил действие через аудиторию". 31 декабря он заметил: "Устал от экспериментов". И радостно добавляет: "С удовлетворением оглядываюсь на прошедший год".

Литературным отражением этих эпохальных опытов, со всей определенностью подтверждающих теорию Максвелла, была классическая статья "О скорости распространения электродинамических эффектов", которую Герц закончил в январе 1888 года и тоже направил Гельмгольцу. После ее публикации в протоколах заседаний Берлинской Академии наук мир специалистов начал

настораживаться.

Уже в марте 1888 года Герц мог сообщить своим родителям, что профессор Рентген из Гисена поздравил его в письме с его экспериментальными работами, заметив, что они являются лучшими из работ последних лет в области физики.

Рентген в то время еще не был всемирно известным первооткрывателем лучей, названных в его честь, но уже и тогда он считался выдающимся физиком-экспериментатором и пользовался заслуженным уважением как автор ряда серьезных работ. Поэтому Герц по праву гордился благоприятным отзывом старшего, проявившего себя в науке и признанного специалистами коллеги.

Но молодой исследователь не позволил себе удовлетвориться достигнутыми успехами. Ему удалось произвести и показать на прямолинейных проводах и в свободном пространстве постоянные электрические волны. Эти нередко крохотные искорки, которые он должен был с лупой отыскивать в затемненной аудитории, убедительно показывали узлы и выпуклости электрических волн. "Я считаю, писал Герц Гельмгольцу в марте 1888 года, - что волновую природу звука в свободном пространстве нельзя представить так же ясно и наглядно, как волновую природу электродинамического распространения".

Двенадцать лет спустя в своей вступительной лекции в Лейпциге Больцман сказал, что этот эксперимент "нанес почтенной теории электрического флюида такой удар, от которого она уже не смогла оправиться". Чтобы неопровержимо доказать единую сущность световых и электрических волн. Герц последовательно повторил все основные оптические опыты: отражение, преломление и поляризацию - с электрическими волнами. После первых неудач он достиг цели при помощи случайно обнаруженных им коротких волн.

С двумя большими параболическими зеркалами - цилиндрами из цинковой жести, - используя пучки электрических лучей, он мог вызывать эффект прожекторов, подобный

оптическому. При помощи вылитой из твердой смолы изолирующей призмы 1,5 м высотой и 6 ц весом он добился отклонения электрического волнового пучка, соответствующего преломлению световых лучей в стеклянной призме. Наконец, он смог убедиться и в поляризации электрических волн при помощи проволочной сетки.

Благодаря этим оптическим опытам с электрическими волнами стало ясно, что невидимые электрические волны, которые распространяются по проводам и в свободном пространстве со скоростью света, ведут себя так же, как световые волны. Они различаются только по длине волн, правда, в данном случае, очень значительно: длины электрических волн в миллион раз больше, чем световых.

Таким образом, единая сущность света и электричества, которую Фарадей предполагал уже в 1845 году, а Максвелл теоретически обосновал в 1862 году, была подтверждена экспериментально. Оптика могла быть теперь включена в электродинамику так же, как акустика давно уже вошла в механику.

Одновременно была доказана несостоятельность учения об электрических силах дальнодействия. Герц, со свойственной ему осторожной манерой выражаться, сформулировал этот важный вывод так: "Освященное наукой, но неохотно принимаемое разумом господство непосредственно действующих на расстоянии сил в области электричества кажется разбитым навсегда простыми и убедительными опытами".

В классической статье "О лучах электрической силы", одной из своих самых значительных работ, Герц сообщил о своих экспериментах с вогнутым зеркалом. И эту рукопись он также послал сначала Гельмгольцу, который с радостью следил за множащимися научными успехами своего бывшего ученика, докторанта и ассистента.

"Несомненно большим достижением, - писал Гельмгольц, размышляя о прошлом, - является приведение убедительных доказательств того, что свет эта столь важная и таинственная сила природы - ближайшим образом родствен другой,

столь же таинственной и, вероятно, имеющей еще большее применение силе - электричеству. Для теоретической науки, возможно, еще важнее то, что теперь стало понятным, как силы, о которых существовало представление, что они непосредственно действуют на расстоянии, распространяются путем воздействия одного слоя промежуточной среды на ближайший".

Над техническим применением результатов своих гениальных опытов с искрами сам Герц не думал. Беспроволочное телеграфирование на большие расстояния могло развиться лишь после создания для него дальнейших предпосылок. Здесь несомненны заслуги русского физика Попова, немца Брауна и итальянца Маркони. Расцвет радиотехники основывается прежде всего на многостороннем применении электронных трубок, открытых Либеном. Он в свою очередь сделал возможным повторение опытов Герца с гораздо большей точностью.

Показателем упрочения научной репутации молодого исследователя среди специалистов служит то, что многие университеты проявили интерес к нему как к преподавателю. В Гисене ему предложили стать преемником Рентгена, который принял приглашение в Вюрцбург. Герц не мог на это решиться. Потом перед ним открылась возможность стать в Берлинском университете преемником Кирхгофа, умершего в 1887 году.

В отзыве, который Гельмгольц составил для факультета и министерства, значится, что Герц своими опытами разрешил вопрос, "основываются ли электромагнитные эффекты на дальнодействии или передаются путем изменений в заполняющей пространство среде и для своего распространения нуждаются, подобно свету, во времени". Гельмгольц считал, что решение этой проблемы следует рассматривать как "достижение чрезвычайной научной важности", осуществление которого ранее "казалось почти невозможным из-за безнадежных экспериментальных трудностей". Герц добился успеха "лишь благодаря в высшей степени редкому соединению глубокой научной проницательности и практической сноровки".

Приглашение в Берлин, на кафедру знаменитого Кирхгофа, который лишь десятилетие назад был одним из его учителей, Герц считал особенно почетным. Однако, когда министерство предложило ему выбор между Берлином и Бонном, он выбрал меньший университет, на Рейне, в надежде, что там у него будет больше свободного времени для исследовательской работы. Эта возможность была предоставлена ему с тем условием, что он прежде всего должен заниматься своими "историями с распространением".

Гельмгольц, ранее сам предлагавший кандидатуру Герца Берлинскому университету, считая его самым достойным из всех возможных кандидатов, одобрил решение Герца.

"Лично я огорчен тем, - писал он 15 декабря 1888 года, - что Вы не хотите переехать в Берлин, но, как я Вам уже раньше говорил, я думаю, что, безусловно, Вы в Ваших собственных интересах действуете правильно, предпочитая в конце концов Бонн. Тот, кто ставит перед собою научные задачи и стремится к их разрешению, должен оставаться вдали от больших городов. В конце жизни, когда сильнее склоняешься к тому, чтобы использовать достигнутое для воспитания нового поколения и для государственного управления, дело обстоит иначе".

В ответе на запрос философского факультета Боннского университета Гельмгольц отметил Герца как наиболее "талантливого и богатого оригинальными идеями среди молодых физиков"; он "одинаково способен как к овладению абстрактнейшими математическими теориями, так и к решению вытекающих из них вопросов экспериментального порядка с большой ловкостью и большой изобретательностью в том, что касается методов".

Весной 1889 года Герц прибыл в Бонн как ординарный профессор физики. Здесь он стал преемником Рудольфа Клаузиуса, который заслужил мировое признание своими исследованиями в области термодинамики.

В распоряжение Герца был предоставлен красиво расположенный жилой дом, которым владел его предшественник. "То, что в доме жил

один из самых знаменитых в моей науке людей, конечно, привлекательно для меня и всех физиков, которым случается меня посещать", - писал он своим родителям. Сан возле дома был очень удобен как место отдыха для него и как площадка для игр двух его маленьких дочерей. "Сегодня я все время до обеда был в саду, который сейчас весь наполнен ароматом", - гласит запись в дневнике в мае 1892 года. За несколько дней до этого он писал в дневнике, что устроил для детей большую песочницу с "волшебной пещерой", которая освещалась по вечерам.

Университет Бонна стал последним местом деятельности исследователя.

Поначалу ему пришлось преодолеть множество трудностей, чуть ли не больше, чем четыре года назад в Карлсруэ. Институт, занимавший тесные помещения, нужно было расширить и оснастить новыми приборами. Имеющаяся аппаратура большей частью не была готова к употреблению, так как Клаузиус в последние годы своей преподавательской деятельности не разрешал использовать приборы, щадя их. "Много работы с лабораторией, нет возможности идти дальше. Очень утомлен и несчастен". Так повествует дневник в конце летнего семестра 1889 года.

Следуя приглашению, Герц выступает в сентябре 1889 года на 62-м заседании Общества немецких естествоиспытателей и врачей в Гейдельберге с докладом "Об отношении между светом и электричеством".

Подготовка этого доклада, предназначенного для широкой аудитории, доставила Герцу много хлопот. Временами он был близок к тому, чтобы взять назад данное обещание. "Я так несчастен оттого, - писал он своим родителям, - что нагрузил себя докладом в Гейдельберге. Лечусь тяжелой, неприятной работой, затрачиваю на него массу времени, а то, что я получаю в результате, по моему мнению (по моему искреннему мнению), для любителя непонятно, для специалиста тривиально, мне самому противно. К сожалению, на этот раз уклониться нельзя, необходимо сказать что-либо".

Эти сомнения не подтвердились. Доклад был принят громкими аплодисментами. Гельмгольц выразил удовлетворение по поводу выступления своего ученика. Даже такой своеобразный и требовательный слушатель, как Вильгельм Оствальд, в автобиографии, написанной спустя сорок лет, с признательностью упомянул "большую и в высшей степени выразительную речь", в которой Герц сообщал "о доходящем до мельчайших деталей совпадении света и исследованных им быстрых электрических колебаний". Это было действительно мастерское изложение сложных физических взаимозависимостей в общедоступной форме.

Доклад со всей очевидностью обнаружил, что Герц не сомневался в правомерности господствовавшей тогда гипотезы светового эфира. Более того, исследование "эфира" казалось ему даже основным делом физики. Он полагал, что по примеру греческих натурфилософов можно спросить, "разве почти все существующее не создано из эфира?".

Здесь Герц остался сыном своего века. Но его замечание, что дальнодействие, изгнанное Максвеллом из учения об электричестве теоретически и его собственными опытами практически, делает сомнительной и теорию гравитации, уже намечало пути в будущее. Через четверть века Эйнштейн устранил сомнительные силы дальнодействия из теории гравитации.

В 1890 году Герц по приглашению Королевского общества отправился в Англию. В Лондоне он имел возможность осмотреть оригинальные аппараты Фарадея. В Лондоне и в Кембридже он читал доклады на английском языке, встречался со знаменитыми английскими учеными, среди них с Вильямом Томсоном. Его принимали как великого физика со всевозможными научными почестями.

Генрих Герц стоял тогда на вершине своей всемирной славы. О нем читали доклады; о нем и его открытиях писали статьи. Ему присуждали медали и премии. Научные общества, отечественные и зарубежные, принимали его в свои ряды. "Почетный член Московского общества", - как один из многочисленных

примеров, гласит запись в его дневнике от 26 ноября 1890 года. Берлинская Академия наук избрала его своим членом-корреспондентом в марте 1889 года. Он принадлежал также к старейшей естественнонаучной академии "Леопольдина" в Галле.

Начиная с 1890 года многосторонний физик наряду с продолжением своих экспериментальных исследований опять занялся теоретическими вопросами.

- В работе "Основные уравнения электродинамики покоящихся тел" Герц придал учению Максвелла архитектоническую законченность. В следующей работе, относящейся к основным уравнениям электродинамики движущихся тел, он пошел дальше Максвелла. Он сделал первые шаги по пути, ведущему к теории относительности.

Особенно усердно занимался Герц основами механики. Результаты его занятий появились под заголовком "Принципы механики, изложенные в новой связи". Известность получило в первую очередь теоретико-познавательное введение, еще и сегодня сохраняющее свою ценность.

Эта работа, свидетельствующая о блестящих и прирожденных способностях Герца как физика-теоретика, была плодом уединенных размышлений, стимулированных трудами Гельмгольца, Маха, Дж.Дж. Томсона и других исследователей. "В общем, я очень благодарен прекрасной книге о развитии механики Маха", - говорится в предисловии.

В правомерности своих новых формулировок и обобщений механических законов Герц был не совсем уверен. "Все же трудно избавиться от некоторой робости, - говорил он в письме от 19 ноября 1893 года, - когда приступаешь к делу, которое никогда не обсуждалось ни одним человеком".

Гельмгольц, назвавший произведение Герца "последним памятником его земной деятельности", заметил в своем введении: "Конечно, стремление дать объяснение для отдельных разделов физики исходя из развитых Герцем основных положений встретится с большими трудностями, но в целом книга Герца

об основных законах механики должна в высшей степени заинтересовать каждого читателя, которому может доставить наслаждение последовательная система динамики, представленная в совершенном и остроумном математическом изложении. Возможно, в будущем эта книга приобретет более высокую эвристическую ценность как учебное руководство к открытию нового всеобщего характера сил природы".

Самым замечательным в предложенном Герцем новом порядке механических законов природы, собственно, зерном его замысла, была попытка осуществить программу построения механики без понятия силы.

Понятие "сила" казалось Герцу пережитком донаучных представлений. Он сделал попытку показать, что при описании природных процессов достаточно понятий времени, пространства и массы, чтобы выразить то, что поддается наблюдению. "Трудно отрицать, - писал он, - что в очень многих случаях силы, которые наша механика приводит для истолкования физических вопросов, работают вхолостую за пределами действительности везде, где дело касается изображения действительных фактов".

Герц предложил рассматривать физические силы как действие жестко связанных масс. Тогда сила явилась бы не более, чем "математической, вспомогательной конструкцией, свойства которой полностью в нашей власти и которая, таким образом, не может таить в себе ничего загадочного". Свой эмпирический закон - принимать во внимание лишь фактически наблюдаемое - он, собственно, ограничил тем, что наряду с видимыми массами ввел в игру "скрытые массы".

Смелый, но не лишенный противоречий труд Герца "Механика без сил" не нашел последователей среди его коллег. Больцман в своем докладе на конференции естествоиспытателей в Мюнхене в 1899 году назвал механику Герца "программой для отдаленного будущего" и добавил, что довольно часто слышал похвалы "Механике" Герца, но не видел еще никого, кто пошел бы по пути,

указанному Герцем. В том же духе как "физику будущего" оценил в 1910 году принципы механики Герца и Планк.

Набросанная Герцем программа новой механики была выражением внутреннего разлада, который должен был испытывать столь глубоко мыслящий физик, обнаружив трещины в фундаменте своей науки. Она была предвестницей кризиса, разразившегося в физике через несколько лет. Она была буревестником переворота в физике. Герц сам еще не мог указать выход из обозначившихся трудностей. Но его гениальная интуиция подсказала ему, что часы классической физики сочтены.

Большинство современных ему физиков имели собственные побудительные причины не признавать предложения Герца. Характерно, что его последний ассистент и ближайший сотрудник Филипп Ленард, впоследствии ярый антисемит и фанатический приверженец Гитлера, после 1933 года высказал нелепое предположение, что в учебнике механики как бы прорвался "сильный еврейский дух", который в ранних работах Герца "оставался более скрытым".

Герц стремился устранить из естествознания все "неправомерные вопросы" и "мнимые доказательства". Он квалифицировал вопросы о "сущности силы", "сущности электричества" как "неясные". В этом он солидаризировался с Кирхгофом, который ограничивал задачу механики наиболее простым и полным описанием наблюдаемых явлений. В духе этой "феноменологической" физики Герц разрешил вопрос о сущности теории Максвелла знаменитым положением: "Максвелловская теория есть система максвелловских уравнений".

Требование Герца, чтобы наши представления о природных явлениях были простыми, целесообразными и экономными, напоминает выдвинутый Махом принцип "экономии мышления". Но в остальном Герц отнюдь не был махистом. Ленин писал в "Материализме и эмпириокритицизме", что "философское введение Г. Герца к его "Механике" показывает обычную точку зрения естествоиспытателя, напуганного

профессорским воем против "метафизики" материализма, но никак не могущего преодолеть стихийного убеждения в реальности внешнего мира".

В действительности Герц, несмотря на свою склонность к априоризму Канта и свою благодарность Маху, твердо стоял на почве естественнонаучного материализма. В духе материалистической теории познания он утверждал, что физика "отражает" вещи и зависимости с помощью своих особенных средств. Правильность отражения определяется "силой вещей"; она не подлежит "нашему произволу". Это чисто материалистическое воззрение. Герц, собственно, остался в границах механистического материализма.

Первым среди физиков в 70-е годы против механистического взгляда на природу выступил Эрнст Мах. Этот взгляд, по его словам, был исторически оправданной, но в целом искусственной гипотезой, которую следует преодолеть, потому что она мешает прогрессу естествознания. При этом Мах вместе с водой выплеснул и ребенка: вместе с механистическим материализмом он отбросил материализм вообще. Это была роковая ошибка.

Примерно в это же время Фридрих Энгельс опроверг механистическое восприятие природы, оценив его с точки зрения диалектического материализма как одностороннее и недостаточное. В "Диалектике природы" Энгельс страстно выступал против "стремления свести все к механическому движению".

Подобная оценка механицизма была чуждой Герцу. В предисловии к "Принципам механики" он писал: "Все физики согласны с тем, что задача физики состоит в приведении явлений природы к простым законам механики". Это однозначное признание механистической картины природы свидетельствует о том, что Герц - как и Максвелл - еще строго держался механики в качестве общей основы физической науки, несмотря на то что результаты его исследований подрывали доверие к механике как последнему и окончательному основанию физики.

Во всяком случае, механистический

материализм Герца не застыл в тот догматический механицизм, который господствовал к концу XIX века в мышлении большинства естествоиспытателей в ущерб науке. Герц сохранял по отношению к нему скептически-критическую позицию. Со своими творческими сомнениями он выступает в "Принципах механики" почти собратом по духу великого критического мыслителя Декарта, к идеальной картине механики которого восходили его представления.

Такой осторожный и самокритичный исследователь, как Герц, никогда не устававший снова и снова проверять свои экспериментальные наблюдения и уточнять их результаты, должен был противиться любой попытке представить научные мнения неколебимыми. "Что возникло из опыта, может быть опытом же и уничтожено", - так гласит один из его девизов.

Среди публикаций боннского периода следует назвать собрание экспериментальных работ, появившееся в 1892 году под заголовком "Исследования о распространении электрической силы".

Это произведение особенно ценно тем, что Герц подробно описывает в нем, как он пришел к своим результатам. По словам Гельмгольца, мы обладаем "немногими подобными документами внутренней психологической истории науки, и мы должны быть исполнены величайшей благодарности автору за то, что он позволил нам так глубоко заглянуть в лабораторию своей мысли и даже в историю своих ошибок".

В этом Герц резко противоположен таким физикам-экспериментаторам, как Рентген, умолчавший об истории своего знаменитого открытия, или таким теоретикам, как Планк, никогда не упоминавший о методе, при помощи которого он нашел значение своих квантовых формул, не говоря уже о великом математике Гауссе: его современники утверждали, что он делает пути, которыми приходит к своим результатам, столь же неясными, как лиса, заметающая хвостом свой след на песке.

Как физик-экспериментатор Герц работал в Бонне главным образом над вопросами,

связанными с прохождением катодных лучей через тонкие металлические пластинки. В 1892 году он опубликовал фундаментальную статью "О прохождении катодных лучей через тонкие слои металла".

Здесь Герц продолжил исследования, которые десять лет назад начинал в Берлине под влиянием работ Крукса и Гольд-штейна. Дело главным образом было в том, чтобы решить, несут ли катодные лучи электрические заряды, то есть корпускулярны ли они, или же обладают волновой природой, как свет. Герц склонялся ко второму взгляду - с оговоркой, что при катодных излучениях речь идет, по всей вероятности, о продольных волнах в световом эфире: предположение, впоследствии оказавшееся ложным.

В этих опытах Герц иногда - обычно он экспериментировал один - прибегал к помощи своего ассистента Филиппа Ленарда, который успешно продолжил его опыты. Через тонкую алюминиевую фольгу, называемую "окном Ленарда", он выпускал катодные лучи из вакуумной трубки на "свободу". Теперь он мог вне прибора исследовать их ближе при помощи световой ширмы и фотопластинки. При этом он пришел к важному открытию, что атомы не могут быть непроницаемыми шариками, как их представляли до сих пор, но что их масса должна быть собрана в крохотной частице пространства, занимаемой атомом. Это представление легло в основу резерфордовской модели атома.

Ленард за свои ценные экспериментальные исследования был в 1905 году вторым из немецких физиков - после Рентгена - удостоен Нобелевской премии.

Герцу не пришлось стать свидетелем научных успехов своего сотрудника. Но он избежал также участи стать свидетелем падения Ленарда: его отвратительных клеветнических выпадов против Рентгена я Эйнштейна, его проникнутой шовинизмом "Немецкой физики" и всех его фашистских бесчинств.

Последние годы жизни великого физика были омрачены болезнью, которая, как считали, началась с обычного флюса. Бесконечные

операции приносили лишь временное облегчение и давали возможность Герцу продолжать педагогическую деятельность - хотя и с трудом, - но не вели к выздоровлению. В начале декабря 1893 года он вынужден был отказаться от лекций.

В день прихода нового 1894 года смерть избавила исследователя, которому шел лишь 37-й год, от непереносимых страданий, бороться с которыми тогда медицина не умела.

Запланированные и подготовленные Герцем эксперименты с искрами, во время которых он хотел применить токи высокого напряжения, опасные для жизни, остались неосуществленными. Подготовка к печати "Принципов механики", над языком которой он работал до последнего дня, была закончена Ленардом. Гельмгольц воздал должное труду своего величайшего ученика в предисловии.

Это была последняя дружеская услуга, которую он мог оказать ему и его памяти, прежде чем - несколькими месяцами позже - оборвалась и его жизнь: в тот черный 1894 год физическая наука в Германии потеряла Герца, Кундта и Гельмгольца.

Герц занимался академическим преподаванием лишь одно десятилетие. Он умер слишком рано, как Сади Карно, основатель термодинамики, как Френель и Фраунгофер, которые внесли столь значительный вклад в оптику. Он умер молодым, подобно многим великим представителям музыки, изобразительного искусства и литературы: Моцарту и Шуберту, Рафаэлю и Ван Гогу, Клейсту и Георгу Бюхнеру.

В предчувствии своей ранней смерти, 9 декабря 1893 года, Герц писал своим родителям: "Если со мной действительно что-либо случится, Вы не должны печалиться, но Вы должны немного гордиться и думать, что я принадлежу к тем избранным, которые живут мало и все-таки достаточно. Этой судьбы я не хотел и не выбирал, но, раз она меня нашла, я должен быть доволен".

О характере этого неповторимого исследователя Гельмгольц сказал: "Генрих Герц

обеспечил себе своими открытиями долгую славу в науке. Но память о нем будет жить не только благодаря его работам, но и благодаря его личным достоинствам: его постоянной скромности, радостной готовности признать чужие заслуги, неизменной благодарности, которую он сохранил по отношению к своим учителям. Все это останется незабываемым для тех, кто его знал. Он сам жаждал только истины, которой он следовал с высочайшей серьезностью и с полной отдачей сил. Никогда не было в его душе и тени тщеславия или личного интереса. Даже там, где он имел бесспорное право воспользоваться открытиями, он был склонен молча отойти в сторону".

Печатные работы Герца и ставшие известными документы сообщают мало о его общественных воззрениях и политической позиции. Если он, будучи студентом в Берлине, восхищался "мужеством" старого кайзера, который в открытом экипаже ехал с Мольтке среди "частью весьма сомнительно выглядевшей массы", или, уже во времена своего ассистентства, радовался выдаче офицерского патента, то это было лишним подтверждением того, что и так очевидно: сын богатого гамбургского сенатора разделял социальные и "национальные" предрассудки своего класса и не был противником прусского милитаризма и партийным соратником Бебеля.

Нельзя утверждать, что такие взгляды были единственно возможными. Так молодой (он был на три года моложе Герца) физик-экспериментатор Лео Ароне, преподававший в Берлинском университете в качестве приват-доцента, пока прусское правительство не лишило его права на преподавание из-за его политических убеждений и деятельности в рядах марксистского рабочего движения, является примером того, что представитель точных наук, происходящий из среды крупной буржуазии, может быть "красным". Но это было исключение.

Эпоха, когда физики стали внимательно прислушиваться к общественной жизни и политике и должны были содействовать делу прогресса, если они хотели оставаться верными

гуманистическим стремлениям своей науки, наступила позже. Первооткрыватель электрических волн не испытывал еще необходимости делить свое время "между политикой и уравнениями", как это делал создатель теории относительности. Но и в случае, если бы Герцу пришлось пережить события, свидетелем которых стал Эйнштейн, можно сомневаться, учитывая его происхождение и воспитание, в возможности резкого полевения его взглядов.

Большим несчастьем для науки было то, что Герц, равно гениальный и удачливый как теоретик высочайшей логической ясности и как скрупулезный и наблюдательный экспериментатор, не смог принять участия в ее дальнейшем развитии. Не подлежит сомнению, что этот ученый, счастливо соединивший в себе достоинства теоретика и экспериментатора, этот глубоко творческий мыслитель, который, по словам Гельмгольца, "соединял в себе все, что требуется для разрешения сложнейших проблем науки", внес бы значительный вклад в создание квантовой теории и теории относительности. Многое из того, что впоследствии приобрело фундаментальное значение, заложено уже в работах Герца.

Но и то, что он успел совершить, принесло ему непреходящую научную славу.

Открытие электрических волн привело к развитию беспроволочного телеграфа, который создан на основе экспериментов Герца. Радиовещание, телевидение и радарная техника неотделимы от результатов его экспериментов. Его имя получило всемирную известность, сохранившись в названии физической единицы измерения.

Методы, с помощью которых Герц осуществлял свои оптические опыты с электромагнитными волнами, помогли более чем через полстолетия создать радиоастрономию, открывшую новый век астрономических исследований. Гигантские радиотелескопы, помогающие сегодня проложить мосты через многие миллиарды световых лет, построены по принципу параболического зеркала, которым

Герц пользовался в 1888 году в своей маленькой лаборатории в Карлсруэ.

Фотоэлектрический эффект, который он наблюдал и описал в 1886 году во время своих опытов с искрами, приобрел позднее громадное теоретическое и практическое значение. Его работы с катодными лучами - о природе которых он не смог составить верного представления - привели в дальнейшем столь непосредственно к проблеме физики атома, что уже поэтому мы можем приветствовать Герца как одного из первопроходцев атомного века.

Он не принадлежал к тем естествоиспытателям, которые утверждают результаты своих исследований в драматически напряженной борьбе с отсталыми взглядами или с противоположными научными мнениями, подобно Юстусу Либиху, Эрнсту Геккелю или Вильгельму Оствальду. Это были ученые-спорщики, блестящие полемисты, нападавшие на своих противников без оглядки и не останавливавшиеся перед отдельными неточностями.

Герц, образец личной скромности, искал возможность обеспечить победу своих научных идей и достижений исключительно эмпирическими средствами убеждения своих противников: правдой фактов. О нем по праву можно сказать, что его стилем было проводить свои научные взгляды и планы не в борьбе, а путем объяснения.

Очевидно, это не единственный путь и не всегда наиболее легкий. Но несомненно, герцевский стиль умственной деятельности, который впоследствии особенно ярко повторился у Нильса Бора, обладает большим и основополагающим значением.

И с этой точки зрения примечательны слова, которыми Макс Планк закончил свою речь, посвященную памяти Генриха Герца, на заседании Берлинского физического общества 16 февраля 1894 года: "Теперь наука будет двигаться вперед без него: то, что он, возможно, мог бы еще открыть, рано или поздно в этом нет сомнения - откроют другие. Но никто из работающих в его области не сможет избежать

его влияния. Тысячекратно, как плоды его усилий, будут развиваться на благоприятной почве, давая жизнь новым стремлениям, те ростки, которые он заложил в своих трудах".

Вильгельм Конрад Рентген

Открытие нового вида лучей

В экспериментальной физике существуют открытия, которые можно сделать лишь с помощью особых приборов, специально созданных для исследования определенной проблемы. Одним из самых блестящих примеров такого рода является опыт Майкельсона. Для того чтобы ответить на вопрос, можно ли определить движение Земли относительно светового эфира, считавшегося неподвижным, Майкельсон, один из гениальнейших физиков-экспериментаторов в истории науки, создал зеркальный интерферометр. Он был построен с точностью, какая до сих пор не достигалась ни в одном из подобных приборов. Даже доли эффекта, который можно было ожидать по теории Лоренца, могли быть замерены этим устройством.

Известны, однако, экспериментальные открытия, осуществлявшиеся с помощью средств, с которыми физик имеет дело повседневно. Они преобладали в истории естествознания до начала XX столетия. К ним относится доказательство существования электрических волн, принадлежащее Генриху Герцу. Другим особенно впечатляющим примером является открытие, которое осенью 1895 года сделал вюрцбургский физик Вильгельм Конрад Рентген.

Он использовал при этом искровый индуктор с прерывателем, газоразрядную трубку Гитторфа и флуоресцирующий экран. Эти приборы имелись в то время в лаборатории любого института. Эксперименты с вакуумными трубками получили распространение после опытов, которые производил с ними в 1879 году английский физик Крукс и после открытия в 1886 году Гольдштейном каналовых лучей. Герц, который работал с такими трубками уже в Институте Гельмгольца в Берлине, в начале 90-х годов вновь вернулся к вопросу о газовом разряде. Его исследования продолжил Филипп Ленард.

Подобно Герцу, который экспериментировал,

как правило, один, и только в порядке исключения привлекал ассистента или механика, Рентген тоже был исследователем-одиночкой. Он даже олицетворял этот тип в его крайней форме. Он работал почти всегда без помощников и обычно до глубокой ночи, когда он мог заниматься своими опытами совершенно без помех.

Вечером 8 ноября 1895 года физик обернул вакуумную трубку светонепроницаемой черной бумагой, которая задерживала все видимые и ультрафиолетовые лучи. Когда он включил ток высокого напряжения в затемненном помещении, то заметил странную вспышку маленьких флуоресцирующих кристаллов, лежавших на лабораторном столе. Бумажная ширма, которая была покрыта платиносинеродистым барием, также засияла бледно-зеленым светом.

То, что кристаллы лежали по соседству с трубкой, было случайностью. Но световая ширма оказалась в руках ученого, безусловно, не случайно, так как он уже много дней экспериментировал с катодными лучами. Он повторял описанные Герцем и Ленардом опыты с различными типами трубок, исследуя свойства катодных лучей.

Как истинного исследователя, Рентгена интересовало при этом новое, еще неизведанное. "Я искал невидимые лучи", - говорил он полгода спустя после своего открытия, в июле 1896 года, английскому коллеге. На вопрос о том, почему он применил экран, покрытый платиносинеродистым барием, он ответил: "В Германии мы пользуемся этим экраном, чтобы найти невидимые лучи спектра, и я полагал, что платиносинеродистый барий окажется подходящей субстанцией, чтобы открыть невидимые лучи, которые могли бы исходить от трубки".

Только лишь подозревал Рентген о существовании невидимых лучей? Или у него уже были определенные предположения относительно того, что трубка Гитторфа действительно испускает лучи такого рода?

Никаких очевидцев открытия Рентгена нет. Сам ученый весьма неопределенно говорил о его предыстории. Собственно, день открытия он

много раз называл точно, но процесс опыта, проведенного 8 ноября 1895 года, он нигде не описал детально. Так что довольно скоро появились различные противоречащие друг другу толкования того, что предшествовало наблюдению.

Многое осталось не выясненным до конца. Слова Вальтера Герлаха, второго преемника Рентгена в Мюнхенском университете, о том, что над подлинными обстоятельствами открытия лучей Рентгена простирается "вечная тьма", несколько преувеличены, но в них есть доля правды. История науки вынуждена удовлетворяться догадками относительно обстоятельств этого открытия.

Конечно, можно предположить, что Рентген экспериментировал в тот вечер с катодными лучами без какого-либо особого повода: "из святой любознательности", как имел обыкновение говорить Эйнштейн, и с намерением проследить явления, еще не описанные в специальной литературе.

Но многое свидетельствует и в пользу того, что он пытался понять причины загадочного явления, которое он заметил несколькими днями раньше: фотоматериалы, упакованные в светонепроницаемую бумагу и лежавшие вблизи трубки Гитторфа, с которой работал Рентген, после проявления оказались необъяснимым образом засвеченными. Теперь исследователь, так сказать, пытался путем планомерных экспериментов обнаружить причины этого непредвиденного засвечивания.

Но чем бы ни руководствовался Рентген в тот вечер, ставя свои опыты, с их помощью он узнал, что от вакуумных трубок действительно исходят невидимые лучи. Лучи пробили черную упаковку и заставили светиться флуоресцирующие вещества. Ни один физик этого не заметил ранее и не сообщал об этом.

Был ли этот неизвестный химический "агент", произведенный в разрядном аппарате, "новым видом света", как вначале думал ученый? Или это было нечто совершенно иное?

Рентген поместил между трубкой и ширмой несколько предметов, оказавшихся под рукой:

книгу, кусок листового алюминия, разновесы в деревянном ящике и другие вещи. С удивлением он должен был установить, что все эти вещества пронизываются лучами более или менее сильно. Теневые изображения различных вещей обозначались на экране.

Но самые волнующие минуты этой памятной ноябрьской ночи, возможно, наступили тогда, когда физик увидел скелет своей руки, которую он держал между разрядным аппаратом и световым экраном: жуткая, призрачная картина!

Развернувшиеся далее события, единственные в своем роде, не имеющие примера в истории естествознания, могут быть поняты только исходя из характера исследователя.

Рентген никому не рассказал о своем наблюдении: никому из сотрудников, никому из коллег. И даже своей жене, которую он обычно допускал к участию во всех своих опытах, он не сказал, что работает над чем-то весьма примечательным. Своему лучшему другу, зоологу, он скупо заметил, что нашел нечто интересное, но не знает безупречны ли его наблюдения. Рентген хотел основательно исследовать это новое и загадочное явление, он хотел всесторонне проверить надежность своих наблюдений, прежде чем о них говорить.

Счастье, явившееся столь неожиданно, "великий жребий", как позднее сказал Рентген, который ему выпал, он хотел заслужить как исследователь, представив совершенно "безукоризненные результаты".

На протяжении семи недель ученый в одиночестве работал в своей лаборатории над исследованием новых лучей и их свойств. Чтобы исключить зрительный обман, он запечатлел то, что наблюдал на световом экране, при помощи фотопластинки. Он даже велел приносить себе пищу в институт и поставить там кровать, чтобы не нуждаться в перерывах в работе с приборами, особенно со ртутным воздушным насосом.

Создание высокого вакуума путем выкачивания воздуха из трубок было тогда утомительным делом и нередко длилось много дней. Так как разрядные трубки большей частью спустя короткое время становились

непригодными для использования и Рентген вновь восстанавливал вакуум самостоятельно, основные опыты заняли относительно много времени.

28 декабря 1895 года исследователь выступил с первым сообщением о своем открытии перед Вюрцбургским физико-медицинским обществом. Оно было незамедлительно напечатано. Под заголовком "Новый род лучей" вюрцбургское книготорговое предприятие, которое издавало сообщения о заседаниях общества, выпустило тотчас же статью в виде брошюры. Красочная бандеролька с фразой "Содержит новое открытие профессора Рентгена из Вюрцбурга" привлекала внимание к работе. За несколько недель брошюра пережила пять изданий. Она была переведена также на английский, французский, итальянский и русский языки.

В своей работе Рентген, в числе прочего, рассказывал о том, как можно получить новые лучи при помощи трубки Гитторфа или другого подобного же прибора, а также характеризовал проницаемость различных предметов, использованных в его опытах. Так как физика газового разряда тогда была еще не разработана и природа новых лучей по-прежнему оставалась загадочной, он назвал их "Х-лучами".

Под влиянием господствующего учения об эфире Рентген склонялся к признанию того, что здесь речь идет о продольных волнах в эфире: в отличие от световых и электрических волн, которые считались поперечными волнами. Как заметил его ученик Иоффе, это была, по-видимому, единственная ошибка, которую когда-либо допустил Рентген.

Впрочем, исследователь высказал только предположение. Вопрос о природе лучей не стоял для Рентгена на первом? плане. Он ограничился тщательным описанием открытого явления. В начале 1896 года он заметил в письме своему бывшему ассистенту Цендеру: "Какова природа лучей, мне совершенно неясно, и являются ли они в действительности продольными лучами света, для меня это второстепенный вопрос. Главное - факты".

Природа открытых Рентгеном лучей была

объяснена еще при его жизни. Они оказались электромагнитными колебаниями, как и видимый свет, но с частотой колебаний во много тысяч раз большей и с соответственно меньшей длиной волны. Они образуются путем преобразования энергии при столкновении катодных лучей со стенкой трубки, причем безразлично, состоит ли она из стекла или металла, и распространяются во все стороны со скоростью света.

В своем "предварительном сообщении" Рентген доказал, что невидимые человеческому глазу Х-лучи действуют на фотопластинку. С их помощью можно делать снимки в освещенной комнате на фотографическую пластинку, заключенную в кассету или завернутую в бумагу.

Время экспозиции составляло при тогдашнем фотослое, который обладал малой чувствительностью и не предназначался для особенностей рентгеновских лучей, от 3 до 10 минут. Однако именно фотографическое действие новых лучей вызвало наибольший интерес. Вопреки намерениям Рентгена его очень скоро даже переоценили. "Для меня фотографирование было средством для достижения цели, а теперь это делают главным", - жаловался он уже в начале 1896 года в одном из писем.

Открывающиеся новые возможности фотографирования сам Рентген, во всяком случае, осветил первым. Одновременно со своей специальной публикацией он в январе 1896 года послал друзьям, коллегам и научным институтам некоторые свои фотографии как приложения к тексту.

Фотографии возбудили интерес и вскоре стали так популярны, что при чтении докладов демонстрировались только под стеклом и в рамках, так как иначе они бесследно исчезали.

К самым ранним, технически великолепным снимкам, которые сделал сам Рентген, относятся буссоль, ящик из дерева с заключенными в нем разновесами и левая рука госпожи Рентген, сфотографированная 22 декабря 1895 года, за несколько дней до первого сообщения.

Распространение публикации Рентгена и его фотографий вызвало такую сенсацию, которой не случалось в истории естествознания со времени

сообщения Галилея об открытии спутников Юпитера. Даже великолепные эксперименты Герца семь лет назад не дали стольких поводов для разговора.

Физики во всех институтах бросились к приборам, чтобы повторить опыты Рентгена. Ранее известный только узкому кругу коллег профессор из маленького франконского университета за одну ночь стал наиболее популярным физиком, даже одно время самым знаменитым естествоиспытателем в мире.

Рентгена радовали письма с признанием его научных заслуг, которые он получил от Вильяма Томсона, Стокса, Пуанкаре, Варбурга, Кольрауша, Больцмана и других знаменитых исследователей. Он сам, однако, не содействовал признанию своего открытия вне мира специалистов: не из личной скромности, а из деловых соображений.

Как и многие немецкие ученые-специалисты XIX столетия, Рентген был противником "популяризации" науки. Он опасался, что научные достижения будут опошлены. По этой причине сам он никогда не выступал с популярными сообщениями или докладами перед широкой аудиторией - в отличие от Либиха, Бунзена, Гельмгольца, Маха, Больцмана, Оствальда, которые были авторами популярных работ, не говоря уже о Геккеле, своей всемирной славой обязанного более своим популярным книгам об эволюционном учении, чем своим большим монографиям по зоологии.

При практическом значении открытия Рентгена и при его непосредственном воздействии на многие сферы повседневной жизни интерес к нему со стороны широчайшей общественности был неизбежен.

Совершенно случайно первое сообщение в прессе о новых лучах появилось в венской газете. Это впоследствии привело к ошибочному заключению, что открывший Х-лучи - австриец. Рентген послал несколько фотографий и своему бывшему товарищу студенческих лет в Цюрихе Францу Экснеру в Вену. Физик Эрнст Лехер, который тогда преподавал в Праге, увидел эти фотоснимки при посещении Экснера, попросил

их на короткое время и показал своему отцу, издателю венской газеты. Уже на следующее утро там появилось подробное сообщение о новых лучах под крупной шапкой "Сенсационное открытие", где особенно подчеркивалась его ценность для медицины.

Этим было положено начало. Сообщения в газетах хлынули потоком.

В Германии первыми об открытии новых лучей и их исследователе сообщили "Франкфуртер Цайтунг" и "Фоссише Цайтунг". В английских и американских газетах сообщения были иногда по-базарному крикливо приукрашены. Открытие Х-лучей часто приветствовалось только лишь как открытие в фотографии, которое позволяет при закрытой кассете фотографировать непрозрачные предметы. При этом порой были случаи забавного непонимания. Так, одна лондонская фирма начала рекламировать нижнее белье, защищающее от Х-лучей, а в сенат одного из американских штатов был внесен законопроект, требующий запретить употребление Х-лучей в театральных биноклях.

Повсюду говорили о новых лучах. Открывший их был героем дня: предметом удивления и почитания, жертвой шуток и карикатур.

Уже в середине января Рентген был вызван ко двору в Берлин. Перед кайзером и придворным обществом он сообщил о своих лучах и показал некоторые опыты. 23 января 1896 года он выступал в переполненном зале своего института в Вюрцбурге перед Физико-медицинским обществом. Это был единственный доклад такого рода. В заключение почтенный почти 80-летний анатом Альберт фон Кёлликер под аплодисменты собравшихся предложил в будущем вместо "Х-лучи" говорить "рентгеновские лучи".

Рентген, собственно, не возразил, однако из скромности не присоединился к этому предложению. Он придерживался ранее избранного названия "Х-лучи", даже после 1912 года, когда Лауэ, Фридрих и Книппинг раскрыли тайну их природы. Название "рентгеновские лучи" распространилось главным образом в странах немецкого языка. В англосаксонских странах предпочитают более короткое и легче

произносимое название "X-rays".

У специалистов всего мира открытие Рентгена нашло беспримерный литературный отклик. Только в 1896 году было опубликовано в общей сложности пятьдесят книг и брошюр и свыше тысячи научных статей о рентгеновских лучах. При этом Германия отнюдь не была в числе первых. Научно-популярные статьи и газетные заметки, появлявшиеся во всем мире, в счет не идут.

Рентген был очень угнетен шумихой вокруг его открытия. "Я никому ничего не говорил о своей работе, - писал он Цендеру, - только своей жене я поведал, что делаю нечто, о чем люди, если они это узнают, скажут: "Рентген, видимо, сошел с ума". Первого января я рассылаю отдельные отрывки, и тут начинается чертовщина! Венская пресса первой начала дуть в рекламные фанфары, и другие последовали за ней. Мне через несколько дней дело опротивело, я не узнавал в сообщениях собственную работу". И он заключает, смиряясь с неизбежностью: "Постепенно я привык к шумихе, но буря стоила времени, целых четыре недели я не мог вернуться к опыту. Другие люди могли работать, только я не мог. Вы не представляете себе, как это происходило".

Кем же был этот немецкий физик, чье имя так быстро стало известно каждому и которого сегодня знает любой ребенок? И почему именно ему удалось сделать такое открытие?

Вильгельм Конрад Рентген родился 27 марта 1845 года в Леннепе, близ Дюссельдорфа. Его отец был состоятельным торговцем и владельцем фабрики сукна. Мать, умная и разбирающаяся в делах женщина, была родом из Амстердама. Сын ее очень уважал. "Вопрос: "Как бы действовала или говорила в том или ином трудноразрешимом случае моя мать? - часто выводил меня на верный путь", - писал он позднее своему молодому сотруднику. Когда Вилли было три года, отец по неизвестным причинам перенес местопребывание своего предприятия в Голландию. Мальчик посещал сначала частную школу в Апельдоорне, потом своего рода техническое реальное училище, или

"промышленную школу", в Утрехте.

По желанию родителей он должен был стать торговцем и позднее, как единственный сын, наследовать и продолжить сукновальное дело.

О школьных годах Рентгена известно мало. Из-за безобидной проделки, в которой он принял лишь косвенное участие, он был исключен из школы. Его попытка экстерном сдать экзамены на аттестат зрелости в другом учебном заведении более высокого ранга не удалась. Тем самым поначалу для него был закрыт путь в высшую школу. В Утрехтском университете он присутствовал на некоторых естественнонаучных лекциях как вольнослушатель.

По совету одного швейцарского инженера, с которым он случайно познакомился, осенью 1865 года Рентген отправился в Цюрих, чтобы там начать изучение машиностроения в Высшей технической школе. Там не требовался аттестат зрелости. Но для тех, кто не имел его, предусматривался специальный вступительный экзамен. На нем тридцать лет спустя провалился молодой Эйнштейн, который прибыл в Цюрих по тем же причинам и при схожих обстоятельствах. За хорошие оценки по естественнонаучным предметам, которые Рентген привез из утрехтского реального училища, он был от этого экзамена освобожден.

Три года Рентген изучал машиностроение на механико-техническом отделении. Особый интерес он проявил к прикладной математике и технической физике. Его учителями были математик Кристоффель, чьи исследования спустя десятилетия сыграли свою роль в становлении общей теории относительности, и великий термодинамик Клаузиус. Он посещал также лекции по литературе, искусству и истории. Хуже обстояло дело с чертежами.

По окончании научно-инженерного курса Рентген обратился к экспериментальной физике, которой он до сих пор еще не занимался вплотную. Он следовал совету физика Августа Кундта, прибывшего в то время в Цюрих. Уже в 1869 году, через год после инженерного экзамена, он получил за статью по теории газа степень доктора философии. В отзыве на его

диссертацию отмечаются "добротные знания, самостоятельный творческий талант в области математической физики".

Кундт почувствовал в юноше, работающем с такой научной добросовестностью и так самокритично относящемся к полученным результатам, будущего специалиста прецизионной физики. Он предложил ему место ассистента.

При всей склонности к науке Рентген ни тогда, ни позже не был кабинетным ученым. Он охотно работал в лаборатории. Но он также охотно и с ранних лет занимался греблей и альпинизмом, наряду с коньками увлекался санным спортом, любил лошадей и был страстным охотником.

Швейцарским горам, которыми он восхищался еще будучи студентом, он остался верен всю жизнь. Свыше сорока раз объехал он Швейцарию. Со своей женой, с которой он познакомился еще студентом в Цюрихе, он особенно часто посещал Энгадин, а в Понтрезине они были достоянными гостями.

Когда Кундт в 1870 году принял приглашение в Вюрцбургский университет, он взял Рентгена своим ассистентом. Так в 25 лет Рентген впервые приехал в город, который спустя четверть столетия станет местом его величайшего открытия.

Несмотря на свои отличные успехи по специальности и двойной диплом высшей школы, Рентгену не удалось добиться допуска к конкурсу на доцентуру. В Цюрихском университете при присуждении докторской степени на отсутствие аттестата зрелости великодушно закрыли глаза. В вюрцбургской Alma mater царили строгие порядки, против которых было бессильно и заступничество Кундта.

Таким образом, счастьем для Рентгена и его дальнейшего научного развития было то, что его шеф уже через два года, в 1872 году, был приглашен во вновь созданный Имперский университет в Страсбурге. Эта высшая школа была свободна от академических пережитков. При поддержке крупного химика, специалиста по красителям, будущего лауреата Нобелевской премии, Адольфа фон Байера молодому физику

удалось в 1874 году получить право на преподавание, несмотря на отсутствие аттестата.

Уже через год Рентген стал профессором математики и физики в Высшей сельскохозяйственной школе в Гоенгейме. В этом учебном заведении, в котором у него не было возможностей для экспериментальной работы, он оставался только два семестра, затем он вернулся в Страсбург как экстраординарный профессор математической физики.

То, что Рентгену доверили этот предмет, показывает, что его уровень соответствовал теоретическим требованиям физической науки того времени. Он, конечно, не был физиком-математиком в собственном смысле, и вся его любовь была отдана экспериментальному исследованию, но необходимыми физику математическими вспомогательными средствами он владел, без сомнения, свободно. В остальном же Рентген, подобно Фарадею, обладал способностью представлять содержание физических теорий в осязаемо наглядных формах. По словам Арнольда Зоммерфельда, он не нуждался "в математическом костыле". В его рукописях формулы встречаются редко.

В 34 года - в 1879 году - Рентген получает кафедру экспериментальной физики в университете Гисена. В этот период он опубликовал относительно немного. Но его работы показали смелое и образцово чистое экспериментаторское искусство и были очень многосторонни по своей тематике. Рентген не был узким специалистом. Но он преимущественно занимался вопросами электромагнетизма и оптики, то есть областями, к которым относятся его позднейшие великие открытия.

Охотнее всего Рентген работал с простыми приборами. С их помощью он достигал результатов высочайшей точности. Подобно Герцу, Маху, Оствальду и другим естествоиспытателям уходящего XIX века, он обладал высокоразвитыми ремесленными навыками. Он отлично умел строить сам аппараты, необходимые для исследования и преподавания. При этом он изобрел немало приспособлений, о которых сообщал в

специальных публикациях. Так, например, на протяжении десятилетий в физических лабораториях платинированные стаканы паялись по инструкции, составленной Рентгеном.

Рентген всю жизнь высоко ценил ремесло и как развлечение, и как противовес умственному труду. Ему казалось преимуществом то, что радость успеха здесь не заставляет себя ждать. "Я всегда находил, - писал он в последние годы, - что механическая работа именно в то время, когда дух занят менее приятными вещами, может принести настоящее удовлетворение. Всегда сразу видишь готовый и желаемый результат своих усилий, а в духовной области это далеко не всегда происходит так быстро".

Этот взгляд напоминает слова Эйнштейна, который однажды сказал: "Теперь я знаю, почему есть столько людей, которые охотно колют дрова. Эта деятельность всегда позволяет тотчас же увидеть результат".

В Гисене Рентген сделал важное открытие. Основываясь на электродинамике Фарадея - Максвелла, он обнаружил магнитное поле движущегося электрического заряда. Тем самым он создал существенную предпосылку для обоснования теории электронов. Открытое Рентгеном явление Лоренц назвал "рентгеновским током". Это было самым большим достижением исследователя до обнаружения Х-лучей. Этого, однако, было бы уже достаточно, чтобы считать его значительным физиком.

Следует также назвать работы по физике кристаллов, сделанные в гисенские годы. В их числе исследование электрических свойств кварца. Пристрастие к кристаллам и физике кристаллов Рентген сохранил до конца жизни. Кристаллы казались ему воплощенной закономерностью природы.

Рентген любил работать уединенно, поэтому не удивительно, что его тогдашний ассистент Людвиг Цендер узнал об открытии рентгеновского тока лишь из протоколов заседания Берлинской Академии наук. Рентген, даже привлекая своего помощника к снятию некоторых показаний приборов, не сказал ему, о чем идет речь.

Рентген, когда он избирал себе какую-либо проблему, писал Цендер, работал всегда тайком, не давая кому бы то ни было возможности понять методы его работы. Это своеобразие ученого объясняет, почему об истории открытия Х-лучей известно так мало.

Через десять лет успешной исследовательской и преподавательской деятельности Рентген был приглашен в Вюрцбург, после того как он ранее отклонил предложения из Иены и Утрехта. Теперь он как профессор возвратился в тот университет, который двадцать лет назад, руководствуясь своими правилами, отказал ему в приват-доцентуре. Рентген стал преемником знаменитого физика-экспериментатора Фридриха Кольрауша, который пользовался всемирным признанием как специалист по физической измерительной технике и автор учебника практической физики.

В вюрцбургские годы до открытия Х-лучей Рентген опубликовал семнадцать работ. Они касаются исключительно экспериментальных исследований. Свои специальные публикации он старался рассылать коллегам во всем мире. Перечень адресов ученых, с которыми он обменивался публикациями, охватывает около ста имен. Среди зарубежных коллег были Аррениус, Лоренц, Рэлей, Роуланд, Тиндаль, Вильям Томсон и Ван-дер-Ваальс Можно сказать, что Рентген поддерживал научные связи почти со всеми известными физиками и физико-химиками того времени.

В 1894 году Рентген был избран ректором университета. Его ректорская речь была посвящена истории физики в Вюрцбурге. Она была гимном исследованию фактов. Эксперимент, говорил он, является могущественнейшим рычагом, с помощью которого мы можем отвоевать у природы ее тайны, он постоянно должен образовывать "высочайшую инстанцию" в решении вопроса о том, сохранить ту или иную гипотезу или отказаться от нее. Каждое явление должно быть прежде всего как можно более точно во всех частностях подвергнуто наблюдению и описанию; лишь после этого можно отважиться на истолкование 8 ноября

1895 года Рентген сделал открытие, которое принесло ему всемирную известность. Если при этом случай и играл определенную роль, то все же это достижение не было бы возможно без блестящей критически воспитанной способности наблюдения, которую исследователь приобрел за многие десятилетия экспериментальной работы.

"История науки учит, - говорится в приветственном адресе Берлинской Академии наук Рентгену, - что в каждом открытии своеобразно сочетаются заслуга и удача, и многие непосвященные, вероятно, склонны в этом случае большую часть приписывать удаче. Но тот, кто постигнет своеобразие Вашей творческой личности, поймет, что именно Вам, свободному от всех предубеждений исследователю, сочетающему законченное искусство эксперимента с высочайшей научной добросовестностью и внимательностью должно было выпасть счастье сделать это великое открытие".

Рентген опубликовал о своих Х-лучах три небольшие статьи. За первым сообщением в конце декабря 1895 года, собственно свидетельством о рождении рентгеновских лучей, в марте 1896 года последовала вторая заметка, в которой прежде всего рассматривалась способность новых лучей делать воздух и другие газы проводниками электрического тока. Третье, и последнее, сообщение появилось годом позже, в марте 1897 года. В нем ученый изложил свои наблюдения над рассеиванием Х-лучей в воздухе. Ему не удалось, несмотря на все старания, доказать их преломление. Это было сделано лишь спустя полтора десятилетия его учениками Вальтером Фридрихом и Паулем Книппингом при экспериментальной проверке гениального предсказания Лауэ.

Одним из немногих источников сведений по истории открытия рентгеновских лучей является беседа, которую Рентген имел в январе 1896 года с сотрудниками одного из американских журналов.

Ученый продемонстрировал своим посетителям по порядку все важнейшие эксперименты с лучами. Он также рассказал в

общих чертах о своей опытной установке и описал то, что он наблюдал вечером 8 ноября. На вопрос репортера, что он подумал при вспышке кристаллического экрана, Рентген ответил: "Я исследовал, а не думал".

Это был классический ответ физика, целиком и до конца преданного эксперименту и исследованию фактов, который отвергал все спекуляции и избегал поспешных обобщений.

Конечно, в своем открытии Рентген опирался на результаты других исследований, и в первую очередь на теоретические исследования Гельмгольца и экспериментальные работы Герца и Ленарда, чьи "прекрасные опыты" он с признанием отмечал в первой статье о своем открытии. Рентген очень точно знал эти работы, так как добросовестно и регулярно следил за физической литературой. Его необычайная начитанность в специальных вопросах признается всеми, кто его близко знал.

Приборы, при помощи которых Рентген сделал свои открытия, были созданы и апробированы до него другими, прежде всего Гитторфом, Круксом и Гольдштейном Здесь следует упомянуть также имя Ленарда, несмотря на то что, судя по всему, Х-лучи были открыты без помощи "трубки Ленарда".

Все эти исследователи уже задолго до Рентгена получали при своих экспериментах рентгеновские лучи, не догадываясь об этом Ленард, который не мог не заметить их, не пытался исследовать "признаки непонятных побочных явлений".

После опубликования первого сообщения Рентгена обнаружилось, что уже в 1890 году в одном американском институте был случайно получен рентгеновский снимок лабораторных предметов. Физики, однако, не зная, как истолковать это явление, не приняли его во внимание и не исследовали причины этого странного фотографического эффекта.

Оценивая достижение Рентгена, Макс фон Лауэ писал: "Насколько велико было открытие Рентгена, можно понять из того, что большое число других, часто выдающихся, физиков экспериментировали до Рентгена с теми же

самыми вспомогательными средствами и тем не менее не могли открыть этих лучей. Подобное наступление на совершенно не изученную область требует, кроме острого глаза, также большого мужества и самообладания, которое дает возможность, несмотря на радость и возбуждение в связи с первым открытием, сохранить спокойствие и умственную ясность. Рентген должен был много потрудиться, чтобы между 1895 и 1897 годами написать три статьи, которые настолько исчерпывали предмет, что целое десятилетие не могло прибавить ничего /нового. С какой гениальной тщательностью были написаны эти статьи! Я знаю лишь очень мало сочинений об открытиях, которые содержат так мало упущений. У Рентгена все было в полном порядке".

Открытие, сделанное Герцем за семь лет до этого, подтверждало уже известную, но еще не доказанную и оспариваемую теорию. Практических результатов оно вначале не дало. В отличие от этого достижение Рентгена принесло нечто совершенно новое, не предвиденное ни одним физиком, и оно могло быть сразу же и непосредственно практически использовано в области техники и медицины. Рентген первый осознал важность своего открытия в этих направлениях.

Фотоснимком руки он уже в декабрьские дни 1895 года выявил значение новых лучей для медицинской практики. В первом сообщении он также обратил внимание на применимость своих лучей для проверки производственной обработки материалов. В третьем сообщении он привел в подтверждение этого снимок двустволки с заряженным патроном; при этом были отчетливо видны "внутренние дефекты" оружия. Довольно быстро рентгеновские лучи получили применение в криминалистике, искусствоведении и других областях.

Быстрее всего рентгеновские лучи проникли во врачебную практику. Уже в 1896 году они стали использоваться для целей диагностики. Физик Вилли Вин, в то время доцент Берлинского университета, первый руководил такими исследованиями в Берлинском военном

госпитале. Вначале новые лучи применяли главным образом для установления переломов. Но вскоре сфера их применения значительно расширилась.

Наряду с рентгенодиагностикой начала развиваться рентгенотерапия. Рак, туберкулез и другие болезни отступали под действием новых лучей. Так как вначале была неизвестна опасность рентгеновского излучения и врачи работали без каких бы то ни было мер защиты, очень часты были лучевые травмы. Многие физики также получили медленно заживающие раны или большие рубцы. Сотни исследователей и техников, работавших с рентгеновскими лучами, стали в первые десятилетия жертвами лучевой смерти. Так как поначалу лучи применяли без проверенной опытом точной дозировки, рентгеновское облучение нередко становилось губительным и для больных.

Несмотря на то что Рентген по образованию был инженером, он не участвовал в создании и дальнейшем развитии рентгеновской техники. Это сделали другие: ученые и дельцы, которые собрали богатый урожай на этой целине.

Одним из первых нашел техническое применение открытию Рентгена американец Эдисон. Он создал удобный демонстрационный аппарат. Уже в мае 1896 года он организовал в Нью-Йорке рентгеновскую выставку, на которой посетители могли разглядывать собственную руку на светящемся экране. После того как помощник Эдисона умер от тяжелых ожогов, которые он получил при постоянных демонстрациях, изобретатель прекратил все дальнейшие опыты с рентгеновскими лучами.

Рентген прекрасно понимал большое научное, медицинское и технологическое значение своего открытия. Однако ему чужда была всякая мысль о его денежной эксплуатации. Результаты исследований, полученные в университетской лаборатории с помощью общедоступных средств, должны были свободно использоваться всеми.

Рентген решительно отверг предложение Берлинского всеобщего электрического общества передать ему за высокую сумму право на использование патентов всех его будущих

физических открытий в технических целях. Он не думал также ни о каких охранительных правах на технику его опыта. Рентген не собирался практически реализовать свое открытие, как Вильям Томсон. Он не был "коммерции советником", подобно Вальтеру Нернсту. Как метко заметил один американский ученый, "окна его лаборатории, выходящие в сторону Патентного ведомства, всегда были закрыты".

Через четыре года после своего открытия Рентген получает приглашение в университет Мюнхена. Перед этим он отклонил приглашение стать в Лейпциге преемником Густава Видемана, в течение нескольких десятилетий издававшего "Анналы физики и химии". Однако приглашение в крупнейший университет страны он не мог не принять, хотя ему очень нравилось в Вюрцбурге.

В Мюнхене Рентген оставался до конца своей жизни, несмотря на многочисленные административно-академические неприятности. Он был директором Физического института университета и одновременно руководил Государственным физико-метрономическим собранием. В 1904 году Рентген отклонил предложение возглавить Имперский физико-технический институт в Берлине - почетное место, которое первым занимал Гельмгольц. Через семь лет он точно так же отказался стать преемником Вант-Гоффа в Берлинской Академии наук.

По поручению Академии Эмиль Варбург пытался привлечь Рентгена на этот пост.

В обосновании, написанном Варбургом в ноябре 1911 года к предложению об избрании Рентгена, говорится: "Господин Рентген имеет, безусловно, большие заслуги перед наукой и практикой: его великое открытие было, возможно, единственным в своем роде по плодотворности влияния на физику и химию, он бескорыстно предоставил его в распоряжение общества в целях использования в практической медицине. В связи с этим представляется правомерным исполнить выраженное им пожелание, а именно предоставить ему возможность посвятить последние годы жизни исключительно научному исследованию, не

обременяя его административными обязанностями".

Нернст, Рубенс и Планк объявили о своем согласии. Однако переговоры не дали результатов. "Господин Рентген решил остаться на занимаемом месте", гласит заключительная запись в протоколе. Через два года, на место, от которого отказался Рентген, был приглашен молодой Эйнштейн.

В 1901 году первым из ученых мира Вильгельм Конрад Рентген получил Нобелевскую премию по физике. Две другие Нобелевские премии за достижения в естественных науках - по химии и медицине - также были присуждены ученым, работавшим в Германии.

Денежная сумма, связанная с премией, была передана Рентгеном по завещанию университету, в стенах которого было сделано его открытие. Проценты должны были служить прогрессу научного исследования. Из-за инфляции в 1923 году вклад обесценился.

Для принятия премии исследователь ездил в Стокгольм. Его прошение об отпуске, посланное Королевскому баварскому государственному министерству церковных и школьных дел 6 декабря 1901 года, написано в стиле времени: "По доверительному сообщению Королевской Шведской Академии наук почтительнейше и покорнейше нижеподписавшийся получил первую Нобелевскую премию за 1901 год. Королевская Шведская Академия придает особое значение тому, чтобы удостоенные премии принимали ее лично в Стокгольме в день вручения (10 декабря текущего года). Так как эти премии обладают исключительно высокой ценностью и в высшей степени почетны, то почтительнейше и покорнейше нижеподписавшийся полагает, что должен последовать, хотя и не с легким сердцем, желанию Королевской Шведской Академии, а потому он просит предоставить ему отпуск в продолжение следующей недели" (см. факсимиле).

Рентген был единственным лауреатом в истории Нобелевского фонда, который вопреки ожиданиям не читал доклада. Это происходило

обычно в течение ближайших шести месяцев после присуждения. Из письма его жены следует, что он летом 1902 года обратился в Стокгольм с просьбой назначить подходящий срок для доклада. Одна из формулировок ответного послания Шведской Академии позволила ему, однако, заключить, что, по уставу, нет обязательства читать доклад. "Мои. муж не заставил повторять это себе дважды, - заметила фрау Рентген, - и ответил, что он очень благодарен за намек и охотно отказывается при таких обстоятельствах от чтения доклада".

При своей личной скромности и замкнутости Рентген был откровенно обрадован возможности избежать произнесения перед всем миром речи о себе и своем достижении. Он считал, что все основное о своем открытии он исчерпывающе изложил в трех статьях.

Отказ Рентгена от нобелевского доклада послужил причиной распространения слухов, утверждавших, что он будто бы несамостоятельно сделал открытие, отмеченное Нобелевской премией, поэтому уклоняется от обнародования его истории. Позднее такого рода клевету с особым рвением распространял Филипп Ленард, приписывавший себе главную заслугу в обнаружении рентгеновских лучей. Дело доходило до курьезов: подлинным первооткрывателем Х-лучей называли даже механика Вюрцбургского института, который якобы первым заметил свечение экрана в ночь открытия и обратил на него внимание Рентгена.

До последнего года своей жизни великий исследователь должен был защищаться от подобных подозрений. Он испытывал искреннюю благодарность ко всем коллегам, которые поддержали его. Так, в мае 1921 года он писал своему бывшему ассистенту Цендеру: "Я никогда не сомневался в Вашей готовности вновь и вновь выступать на защиту моей чести и сердечно благодарен Вам за это. Гнусный слух, что я будто бы не сам нашел Х-лучи, по моему предположению, имеет источник в Гейдельберге у Квинке, которому я несколько раз перешел дорогу. Его, видимо, поддерживает Ленард".

Рентген добавляет, что при просмотре старой

переписки ему бросилось в глаза то, что дружеские письма Ленарда к нему прекратились сразу же после приглашения его в Мюнхен и награждения Нобелевской премией.

Существуют документальные свидетельства того, что Ленард вначале не оспаривал первооткрывательства Рентгена. "То, что Ваше великое открытие так быстро обратило внимание широких кругов и на мои скромные работы, - писал он в мае 1897 года Рентгену, - было для меня особенным счастьем, и я могу теперь вдвойне радоваться этому благодаря Вашему дружескому участию".

После того как в 1912 году выяснилось, что рентгеновские лучи представляют собой коротковолновое электромагнитное излучение, Ленард игнорируя имя Рентгена - постоянно называл их только "лучи высокой частоты". И когда, наконец, при "третьем рейхе", будучи отъявленным антисемитом и ярым националистом, Ленард был объявлен главой "немецкой физики", он постарался совершенно стереть заслуги Рентгена в открытии Х-лучей.

В "Научных статьях" Ленарда можно прочитать нелепое замечание: "Рентген был повивальной бабкой при рождении открытия. Эта помощница имела преимущество показать дитя первой. Однако перепутать ее с матерью может только непосвященный, который знает о процессе открытия и о том, что ему предшествует, не больше, чем ребенок об аисте".

Следствием такого извращения истории открытия было появление в немецких газетах в период нацизма немыслимо лживых сообщений об открытии рентгеновских лучей. В одном из них утверждалось, что Рентген беззастенчиво присвоил открытие, сделанное его ассистентом Ленардом и лишил своего сотрудника заслуженной славы.

А.Ф. Иоффе писал в своей книге воспоминаний по поводу этих низких нападок на научную и человеческую честь великого физика: "Завистники, среди которых на первом месте стоял будущий фашист Филипп Ленард, который проглядел рентгеновы лучи и не мог простить Рентгену его наблюдательности, пытались

изобразить открытие Рентгена как чисто случайную удачу какого-то физика, в руки которого попала трубка Ленарда. Но никто, пожалуй, обнаружив лучи, не сумел бы изучить их так, как это сделал Рентген".

Иоффе отмечает, что в гитлеровской Германии мертвый Рентген был предметом такой же ненависти профашистски настроенных кругов, как и живой Эйнштейн.

В Мюнхене Рентген был, по словам Иоффе, единовластным хозяином своего института, который он прекрасно организовал. Он внушал глубокое уважение как преподаватель и устрашал своей строгостью как экзаменатор. Свои лекции, перед которыми его - по свидетельству Вальтера Фридриха - каждый раз охватывало лихорадочное волнение, он читал без единого шутливого слова и без малейшей улыбки. Рентген не принадлежал к числу блестящих ораторов, и, так как он, кроме того, говорил очень тихо, обычно бывали заняты только первые два или три ряда его аудитории.

Лекционные опыты Рентген готовил добросовестно и тщательно, и они проходили с точностью часового механизма. Благодаря демонстрации всегда новых экспериментов его преподавательская деятельность постоянно была на высшем научном уровне. "Вероятно, эта его основательность, - писал его ученик Вальтер Фридрих, - была причиной того, что его лекции казались молодым, восторженным студентам несколько сухими, однако тому, кто приходил уже со знанием физики, они давали чрезвычайно много".

В течение четверти столетия, последовавшей за выходом в свет его трех сообщений, Рентген опубликовал лишь немногие труды: в общей сложности около семи. По его собственным словам, в обращении с пером он был "с давних пор тяжел на подъем". Кроме того, он был сверхоснователен. Он хотел отдавать в печать только "хорошо отточенные слова".

Таким образом, список его публикаций содержит не более 60 работ. Для исследователя, жизнь которого охватывает восемь десятилетий, это немного. Вильям Томсон, впоследствии лорд

Келвин, предъявил гораздо большее число патентов и, кроме того, напечатал свыше 600 исследовательских публикаций. Макс Планк опубликовал около 250 научных работ, среди них большие по объему учебники. Вильгельм Оствальд, наконец, написал свыше 1000 печатных трудов, в их числе 20 учебников и справочников и, кроме того, несколько тысяч сообщений и статей в журналах и ежедневных газетах.

"Часто спрашивают, - писал Лауэ, - почему этот человек после своего выдающегося открытия 1895/1896 г. так упорно воздерживался от дальнейших научных публикаций. Выдвигалось много мотивов для объяснения этого факта, и некоторые из них были мало лестны для Рентгена. Я считаю все эти мотивы ложными. По моему мнению, впечатление от того открытия, которое он. сделал, когда ему было 50 лет, было таким сильным, что он никогда не мог от него освободиться. Несомненно, что любое великое духовное деяние подавляет того, кто его совершил. Кроме того, Рентген, как и другие исследователи, испытал слишком много неприятностей из-за разных дурных качеств людей".

В начале этого столетия Оствальд, основываясь на своем "изучении биологии гения", разделил гениальных естествоиспытателей на две основные группы, обозначенные им как "классики" и "романтики". "Тогда как первой заботой романтика, - писал он в книге "Великие люди", - является разрешение существующей проблемы, для того чтобы освободить место для новой, первая забота классика - исчерпывающе разработать существующую проблему, чтобы ни он сам, ни кто-либо из современников, не могли улучшить результат".

Если эту типологию личностей исследователей считать верной, то Рентгена следует рассматривать как образец классика, здесь он стоит в одном ряду с Гельмгольцем и Гауссом.

Девиз Гаусса, "pauca sed matura" ("мало, но зрело") мог бы стать также лозунгом Рентгена. Он мог бы сказать вместе с Гауссом: "Я ненавижу

все поспешные публикации и хочу всегда давать лишь зрелые вещи". Рентген осуждал "спекулятивную и публикаторскую горячку" многих, прежде всего молодых ученых и не хотел даже слышать о предсказаниях. "Я не прорицатель и не люблю пророчеств, - сказал он одному репортеру. - Я продолжаю мои исследования, и, пока я не располагаю гарантированными результатами, я их не опубликую".

Когда его ученик Иоффе весной 1904 года послал ему предварительное сообщение о своих исследованиях, он получил от Рентгена открытку: "Я жду от вас серьезной научной работы, а не сенсационных открытий. Рентген".

Эта основательность исследователя, для которого факты были главным делом и которого - по его словам - настораживали "все не вполне безукоризненные гипотезы", наложила отпечаток и на его литературные вкусы. В художественной литературе его отталкивало все фантастическое. Он любил реалистические, близкие к жизни изображения документального характера. Особенно охотно читал он описания путешествий, биографии и переписку великих людей.

Среди писателей, творивших на немецком языке, он прежде всего любил Готфрида Келлера, с которым был лично знаком со студенческих лет в Цюрихе. Из русских писателей он предпочитал, по свидетельству Иоффе, Горького и Чехова за их беспощадно правдивую критику общества. К современной школьной философии он относился с полным пренебрежением. Искусствоведов не принимал всерьез. Однако с итальянским искусством он был знаком обстоятельно и глубоко.

В Мюнхене у Рентгена была городская квартира. Но с 1904 года он большую часть года жил в своем деревенском доме в Вейльгейме, в 60 километрах южнее города. Оттуда он ежедневно ездил в свой институт по железной дороге.

В созданном им физическом коллоквиуме он сам принимал участие лишь изредка. Специальные заседания и собрания Общества немецких естествоиспытателей и врачей после

своего великого открытия он не посещал вообще. Этим объясняется то, что знаменитый физик лично не был известен своим молодым коллегам вне Мюнхена. Так, например, Макс Борн, который с 1907 года принимал деятельное участие в научной жизни, не встречался с Рентгеном.

При всей своей скромности Рентген держался очень уверенно и с присущим ему чувством собственного достоинства. Ему неведом был страх перед вышестоящими, он всегда говорил то, что думал.

В письме вюрцбургского ассистента Рентгена Макса Вина рассказывается о том, как свободно - к ужасу многих сановников - чувствовал себя ученый во время доклада о своем открытии при берлинском дворе. Когда тщеславный немецкий монарх позднее в Мюнхене осматривал со своими спутниками вновь открытый отдел немецкого музея шедевров естествознания и техники и при этом сам давал "объяснения", желая блеснуть своими техническими и военно-историческими знаниями, Рентген перебил, как сообщает Иоффе, Вильгельма II замечанием: "Это знает каждый мальчик; не можете ли вы сообщить что-либо посодержательнее!"

Совместно с Иоффе, который в 1905 году защитил у него диссертацию с редкой оценкой "summa cum laude" ("с наивысшей похвалой"), Рентген исследовал физику кристаллов. Он продолжил исследования кристаллов, которыми занимался уже в свои гисенские годы. Сотрудничество с Иоффе он ценил очень высоко. "В русском д-ре Иоффе я имею очень способного приват-ассистента. Я работаю с ним уже два года и совместно произвел огромное количество материала, публиковать который мне боязно", - писал он в 1905 году Цендеру.

Из-за русской буржуазно-демократической революции 1905 года и общественных последствий ее поражения совместная работа Рентгена и Иоффе была временно прекращена. Иоффе не мог совместить со своими марксистскими убеждениями свое пребывание за границей в такое время, когда большая часть русской интеллигенции начала отходить от

революции, не мог покинуть свою родину ради того, чтобы без помех посвятить себя личной исследовательской работе. Он остался в Петербурге. Лишь дважды в год он приезжал в Мюнхен, чтобы советоваться с Рентгеном.

Рентген понимал поведение своего сотрудника. "Бывший до сих пор моим приват-ассистентом д-р Иоффе, - сообщал он в декабре 1906 года из Давоса Цендеру, - не возвратился на летний семестр в Мюнхен по политическим причинам, хотя наша работа, которая ведется уже очень длительное время, не закончена. Для этого он сейчас приехал в Мюнхен из России на несколько недель, и, чтобы продолжать работу, я взял его с собой. Мы хотим ежедневно несколько часов советоваться и писать, так что примерно в конце следующей недели он опять возвратится домой".

Умерший в 1960 году на восьмом десятке лет крупный советский ученый А.Ф. Иоффе, известный своими исследованиями в области физики кристаллов и полупроводников, в книге воспоминаний "Встречи с физиками" подробно описывает свои отношения с Рентгеном. Его воспоминания относятся к источникам сведений о Рентгене.

В политическом отношении Рентген был врагом клерикализма и реакционных партий. Он не принадлежал и к защитникам монархии. Иоффе называет его сторонником буржуазного либерализма. Это определение верно. В политических вопросах Рентген был так же недальновиден и легковерен, как и большинство естествоиспытателей его времени. Письма свидетельствуют о том, что летом 1914 года Рентген не поддался военной истерии и осуждал ура-патриотизм своих коллег. Но под давлением царивших в обществе настроений он тоже поставил свою подпись под националистическим воззванием немецких ученых и художников "К миру культуры", в котором старательно маскировалась разбойничья военная политика немецких милитаристов и оправдывалось противоречащее международному праву вторжение немецких войск в нейтральную Бельгию.

Как и Планк и Эмиль Фишер, Рентген позднее сожалел о своей подписи. В одном из писем 1920 года говорится: "Недавно я получил из Брюсселя статью одного бельгийского ученого, читать которую мне было поистине неприятно; в ней опять обсуждается известное "Воззвание 93 интеллигентов", которое я, как и многие из поставивших свою подпись, глупейшим образом подписал, следуя советам и под резким давлением берлинцев, не удосужившись прежде его прочесть".

Однако в то время, как Оствальд в своих монистических "Военных проповедях" набрасывал планы "Европы под немецким руководством", а Геккель в своей книге "Мысли о мировой войне" отдавал Германии чужие территории от Балтики через Ла-Манш до Гибралтара, Рентген все же сохранил трезвый взгляд на вещи. Он надеялся на спасение отечества от "тяжелого бедствия" и стремился к "разумному миру", причем выразительно добавлял: "Не на пангерманский манер и не в оствальдовском смысле".

Подобно всем немецким "патриотам", Рентген праздновал победы фельдмаршала, которому народоубийственная война казалась увеселительной прогулкой. Но он все же решительно осуждал жестокие и бесчеловечные методы ведения войны. "В концентрационных лагерях русские должны, как мухи, умирать от сыпного тифа, ужасно!" Так говорится в одном из писем 1915 года.

Справедливость и бескорыстие ученого особенно примечательно проявлялись в условиях нужды военных лет. Он строго придерживался рациона, который полагался ему по продовольственной карточке, и всерьез сердился, когда ему замечали, что он мог бы получать больше. Ни за какую цену он не хотел жить лучше, чем другие, я не желал принимать ничего сверх положенного в ущерб ближним. Он даже ходил в кухню и с весами проверял, не получил ли он слишком большую порцию.

Физик Фридрих Дессауэр, работавший с рентгеновскими лучами, сообщая все это, описывает впечатление, которое производил

тогда Рентген: "Это было в голодные годы войны. Я вошел в дом на Принцрегент-штрассе, позади могучего Максимилианэума, где жил Рентген, с робостью, но и с надеждой в душе. Меня провели в рабочую комнату. Большой и заметно исхудавший человек поднялся из-за своего маленького письменного стола, который, когда Рентген встал, стал казаться еще меньше. Потом начался разговор, и я с удивлением обнаружил, что Рентген прочитал мои работы от начала до конца, особенно последнюю, объемистую работу. При всей его дружелюбности, он все же устроил мне маленький экзамен".

Как и большинство немецких интеллигентов, Рентген был в ноябре 1918 года ошеломлен военным поражением Германской империи. Еще полгода назад он считал возможным, что немецкое военное руководство приведет страну к благоприятному миру, который гарантирует спокойствие Германии на долгие времена. "Если эта надежда исполнится, - писал он (как же далеки от реальности были его надежды!), - то я буду рассматривать войну как необходимое целительное средство, удержавшее нас на наклонной плоскости".

Теперь он был глубоко разочарован в господствующих силах, которые обманули народ и привели его на край пропасти. Однако это не помогло ему осудить антикоммунистическую травлю, разжигавшуюся после крушения немецкой монархии теми кругами, которые были виновны в развязывании войны.

В ноябре 1918 года Рентген с тревогой спрашивает в одном из писем: "Не возьмут ли верх ультрарадикальные течения большевистского толка?" Он не считал вероятной такую "опасность" в Баварии. Несколько недель спустя борьба рабочего класса, вставшего на защиту своих революционных завоеваний, охватила также и Баварию. Весной 1919 года в Мюнхене была создана Советская республика.

Вряд ли можно было ожидать, что старый ученый, выросший в традициях буржуазного немецкого национализма и никогда глубоко не занимавшийся политическими вопросами, поймет

историческое значение этого события лучше, чем юный Гейзенберг, который со своими школьными друзьями оказывал помощь "отрядам порядка", вспомогательной службе контрреволюции, или чем Макс фон Лауэ, который в апреле 1919 года вступил в баварский добровольческий корпус, чтобы сражаться против "большевизма", или Вилли Вин, который создавал в Вюрцбурге такой корпус.

Величайшая глупость нашей эпохи, как спустя четверть века назвал антикоммунизм Томас Манн, очень рано распространилась в Германии и сбила с толку даже гуманистически настроенные умы.

Лауэ передает характерный эпизод из жизни Рентгена тех дней. В автобиографии он пишет. "В 1919 г. я еще раз разговаривал с Рентгеном. Я зашел к нему в институт как раз в тот момент, когда он готовился опять ехать в Вейльгейм. Я сопровождал его пешком до вокзала. Но он говорил не о научных вопросах; он выражал свою радость относительно признаков восстановления порядка и с явным восхищением рассматривал действительно в высшей степени изящные системы трещин, окружавшие дырки от выстрелов на стеклах витрин".

Антисемитизму Рентген не сделал ни малейшей уступки.

Антисемитизм после первой мировой войны и поражения рабочего баварского правительства открыто заявил о себе именно в Мюнхене. Уже через несколько лет этот город стал исходным пунктом и "столицей" одного из самых преступных антисемитских движений, когда-либо существовавших в Германии.

Рентгену еще довелось стать свидетелем начала фашистского расового безумия. Он резко осудил его. В мае 1921 года он писал своей старой знакомой в Вюрцбург: "То, что Вы пишете об антисемитских инцидентах в Вюрцбурге, действительно прискорбно; здесь не лучше; так, например, едва ли можно прочесть квартирное объявление для студентов университета, на котором бы не было помечено: "Евреи исключаются", и мне известен случай, когда некая дама сказала студенту, который осматривал у нее комнату и назвал свое по-

еврейски звучащее имя: "Я евреев не принимаю". То, что порядочный человек может быть так грубо оскорблен неполноценной личностью, - печальная примета времени".

В 1920 году 75-летний ученый был освобожден от своих административных обязанностей профессора и директора института. Вилли Вин, который после ухода Рентгена был профессором в Вюрцбурге, теперь вновь стал его преемником.

Руководство Физико-метрономическим собранием оставалось за Рентгеном, и он все так же регулярно приходил в институт, где мог располагать двумя комнатами для собственных исследований. В 1920 году он опубликовал свою последнюю работу - обширную рукопись по физике кристаллов, которая обобщала исследования, начатые им совместно с Иоффе. По мнению Иоффе, этот монографический труд является образцом того, что Рентген понимал под "изложением фактов".

После окончания войны знаменитый ученый остался в полном одиночестве Приемная дочь, племянница его жены, больше не жила у него. Спутница его жизни, за которой он самоотверженно ухаживал во время ее многолетней мучительной болезни, умерла в 1919 году. Рентген тяжело перенес эту утрату. Осенью 1921 года он писал другу: "Кончается месяц октябрь и приближается день, в который я потерял свою любимую. Я все больше ощущаю, как она была мне необходима, даже в труднейшее время ее болезни; в механизме моего существования не хватает незаменимой части"

Десятого февраля 1923 года Рентген, обессиленный истощением, умер от рака. Его прах был погребен в Гисене. "Моя жизнь кажется мне такой бесцельной!" - писал за несколько месяцев до своей кончины близкому сотруднику исследователь, прежде умевший так радоваться бытию, всегда обращенный лицом к природе и жизни.

Следуя указанию в завещании, распорядители сожгли все, что было найдено из оставшейся от него переписки и неопубликованных рукописей.

При этом, к сожалению, были сожжены написанные совместно с Иоффе и неопубликованные работы, и множество лабораторных тетрадей русского физика.

Среди простых и безыскусных, часто по-человечески захватывающих писем Рентгена письма к Людвигу Цендеру представляют особую ценность для более глубокого понимания характера исследователя и истории его открытий.

Вальтер Фридрих так нарисовал портрет своего учителя: "Тот, кому было позволено вступить с Рентгеном в личные отношения, испытывал чувство, говорящее ему, что перед ним действительно великий человек. Сама его внешность была чрезвычайно импонирующей. При необычно высоком росте у него была в высшей степени изящная голова ученого и серьезный, почти строгий взгляд. Очень редко и лишь на короткие мгновения на его губах появлялась легкая улыбка. Этот человек был так же велик внутренне, как и внешне. Честность и благородная скромность были самыми примечательными чертами его характера. Строгое выражение его лица скрывало жизнь чувств, которую он при своей замкнутости приоткрывал, безусловно, только истинным друзьям и самым близким людям".

Открытие Рентгена разом распахнуло перед физической наукой двери в новый мир и одновременно поставило перед теорией совершенно новые задачи. Наряду со своим воздействием на технику и медицину оно имело глубочайшие теоретические последствия. Если и не каждое из последующих достижений было непосредственно связано с ним, то все же лишь немногие великие открытия продолжительное время оставались в стороне от рентгеновских лучей. Создание учения об атомной оболочке и исследование решетчатой структуры кристаллов были бы без них невозможны. Обнаружение радиоактивности было непосредственно стимулировано первым сообщением Рентгена о его открытии.

Рентген не был физиком, склонным к философствованию. Он не углублялся в теоретико-познавательные проблемы, как

Эйнштейн, и не был глубоким мыслителем-диалектиком, как Нильс Бор. Но его открытие оказало и мировоззренческое воздействие: оно довершило закат начертанного Декартом и Ньютоном механистического представления о природе. Механистическая картина природы еще раньше - в отдельных случаях - подвергалась сомнению. Теперь ее недостаточность выявилась со всей очевидностью.

Открытие Рентгена пробудило физиков от механистически-догматической дремоты. Год Рентгена, 1896 год, положил начало тому глубокому кризису физики, преодоление которого было процессом становления физической науки XX столетия.

Рентгена можно назвать совестью немецкой экспериментальной физики. Он ярчайшим образом олицетворял собой тип эмпирически работающего естествоиспытателя, внимательного и трезвого наблюдателя природы. Однако величие его индивидуальности исследователя, величие научного труда всей его жизни ломает рамки ограниченности того класса исследователей, к которому он принадлежал.

Мария и Пьер Кюри

Открытие и исследование радиоактивных веществ

В начале января 1896 года Рентген разослал специальное сообщение об открытии Х-лучей своим знакомым коллегам-физикам. В следующие дни пресса всех стран сообщала о "сенсационном открытии" вюрцбургского профессора. Физики бросились проверять данные Рентгена и - если возможно - пытаться найти новые, доселе не наблюдавшиеся лучи.

Успех Рентгена вызвал настоящую лихорадку "открывательства" лучей, которая принимала иногда самые причудливые формы. Большинство этих "открытий" оказались самообманом.

Теоретики тоже оживились. Еще в январе 1896 года известный математик и физик Анри Пуанкаре на заседании Парижской Академии наук сообщил о рентгеновских лучах. При этом он показал фотографии, полученные от Рентгена.

В своем докладе Пуанкаре поставил вопрос, который занимал и других физиков: не

испускают ли почти все флуоресцирующие вещества под воздействием солнечного света определенные лучи, подобные рентгеновским.

Среди участников заседания был Анри Беккерель, профессор Высшей технической школы в Париже. Он происходил из семьи физиков. Его дед был профессором Парижского музея естественной истории и одним из основателей электрохимии. Отец был известен своими работами в области флуоресценции и научной фотографии. Анри Беккерель также много лет занимался явлениями флуоресценции и фосфоресценции.

Сообщение Пуанкаре произвело на него глубокое впечатление, и он сразу же после заседания Академии приступил к проверке высказанного предположения. Для этой цели он положил флуоресцирующие вещества на фотографические пластинки, завернутые в черную светонепроницаемую бумагу, и оставил их на несколько часов под солнечными лучами.

После проявления пластинок тот фотографический слой, на котором лежала урановая соль, действительно оказался сильно засвеченным. Беккерель решил, что это подтверждает предположения Пуанкаре. Он полагал, что соль урана под действием солнечного света испускает лучи, которые, подобно лучам Рентгена, пронизывают светонепроницаемую упаковку и химически изменяют фотослой. Об этом он доложил Французской Академии наук 29 февраля 1896 года.

Но уже через несколько дней, 2 марта, исследователь был вынужден исправить свое сообщение. Дальнейшие опыты с урановой смолкой показали, что при почернении, которое он наблюдал на фотопластинке, не может идти речь о воздействии на минерал солнечного излучения. Соль урана производила точно такое же воздействие и тогда, когда ее не выставляли на солнечный свет.

Мнение, что существует внутренняя связь между флуоресценцией и испусканием невидимых лучей, подобных рентгеновским, не подтвердилось. Первое сообщение Беккереля

опиралось на недостаточно выверенные результаты наблюдений. Его вывод был слишком поспешен. У Рентгена такое недоразумение было бы невозможно.

В последующие недели Беккерель пришел к убеждению, что при описанном им явлении следует вести речь о лучах, которые исходят от солей урана непрерывно и без предварительного возбуждения. Ряд планомерных опытов показал, что сильнее всего это проявляется у металлического урана. Лучи урана, которые вскоре стали называть "лучами Беккереля", подобно рентгеновским лучам, делали воздух проводником электричества. Вначале их сущность оставалась столь же загадочной, как и природа Х-лучей.

Как выяснилось вскоре, Беккерель открыл природное явление огромного значения: радиоактивность. Вслед за Рентгеном он сделал еще один решительный шаг в физику XX столетия. Это был первый шаг к исследованию атомного ядра.

Исследования Беккереля стали непосредственным исходным пунктом эпохальных работ Марии и Пьера Кюри.

Мария Кюри была одной из первых женщин в истории естествознания. Гениальная исследовательница, она была дважды удостоена Нобелевской премии.

Этот пример не имел повторения. Вторичное присуждение в 1944 году высокой награды немецкому нобелевскому лауреату Отто Варбургу, известному биохимику и физиологу, успешно продолжившему в другой области научный труд своего отца Эмиля Варбурга, не состоялось из политических соображений. Правительство Гитлера запретило всем живущим в Германии ученым принимать Нобелевскую премию после того, как находившийся в концентрационном лагере борец за мир и публицист Карл фон Оссецкий был удостоен в 1935 году Нобелевской премии мира.

Мария Склодовская родилась в Польше. Однако она начала свой научный путь во Франции, которая стала ее второй родиной, и здесь прошла ее жизнь, отданная служению

науке. Общественная подоплека ее жизни, которая, как она сказала со свойственной ей скромностью, "в общем была непроста", и обстоятельства ее личной жизни не менее достойны внимания, чем ее научные достижения.

Мария родилась в Варшаве 7 ноября 1867 года в семье педагогов. Ее дед был директором гимназии в Люблине. Отец учился в Петербургском университете, а потом преподавал математику и физику в различных средних учебных заведениях Варшавы. Он был высокообразованным человеком и отличным воспитателем. Мать много лет руководила школой для девочек. Она умерла, когда Марии было только девять лет.

У семьи Склодовских было много родственников в деревне. Маня - так звали в семье Марию - каждый год проводила у них летние каникулы со своими братьями и сестрами. Деревенская жизнь воспитала у нее глубокое чувство связи с природой. Позднее под влиянием горьких переживаний и полнейшей углубленности в науку это чувство было ею утрачено. Вспоминая о совместном путешествии в Энгадин с Марией Кюри и ее дочерьми, Эйнштейн говорил, что мадам Кюри не слышала пения птиц.

Жизненный путь и особенности характера Марии Склодовской можно понять лишь в том случае, если рассматривать их в связи с политической судьбой ее отечества и с социальными отношениями времен ее молодости.

Королевство Польское, в котором она выросла, входило в состав Российской империи. Политическое положение в польских областях, как и в других национальных окраинах империи, характеризовалось попытками насильственной русификации. Стремления польского народа вернуть свою национальную независимость жестоко подавлялись. Об этом свидетельствует расправа с участниками героических восстаний 1830 и 1863 годов.

Царское правительство опутало Польшу густой сетью надсмотрщиков. Особенно строгий надзор осуществлялся за польскими частными школами. Все преподаватели, показавшие себя недостаточно покорными или заподозренные во

враждебных правительству настроениях, призывались к порядку или увольнялись.

Отец Марии потерял место по этой же причине и должен был освободить служебную квартиру. Однако эти обстоятельства не помешали ему воспитать своих детей в духе польского патриотизма.

В государственных школах, аттестаты которых считались единственно правомерными при поступлении в высшее учебное заведение, преподавание велось только на русском языке. Польским школьникам запрещалось употреблять родной язык даже на переменах. Позднее Мария Кюри писала в своей автобиографин о невыносимом духовном климате, господствовавшем в этих учебных заведениях. Ученики утрачивали в этом враждебном окружении ощущение радости жизни. У них развивались такие черты, как недоверчивость и своенравие. Но одновременно с этим формировалось их патриотическое сознание: черты, которые, несомненно, присутствовали в характере великой исследовательницы.

Революционного марксистского рабочего движения в 70-е и 80-е годы в Польше еще не существовало. Носителями протеста против царского режима были преимущественно интеллигенты: учителя, ученые, художники, католические священники.

В ранней молодости Мария Склодовская поддерживала связь с нелегальным патриотическим движением. Этому способствовали антицаристские настроения, господствовавшие в ее родительском доме. Она, собственно, не была столь последовательна, как Юлиан Мархлевский или Роза Люксембург, которые стали профессиональными революционерами и боролись за освобождение народов, в том числе и польской нации в рядах величайшей партии международного пролетариата. Но, как и они, Мария отдавала свое горячее сердце своему угнетенному народу, к которому она себя с гордостью причисляла, своему несчастному отечеству, которое она любила превыше всего.

До конца своей жизни Мария Кюри оставалась

страстной польской патриоткой, не порывая духовных связей со своей родиной.

В школе для Марии не существовало трудностей. Уже в возрасте четырех лет она вместе с одной из старших сестер училась читать. Благодаря своей необычайной памяти Маня постоянно была лучшей в классе. Среднюю школу она окончила с золотой медалью. Еще в школе она основательно изучила четыре языка - русский, французский, немецкий и английский - и позднее владела ими почти так же свободно, как и своим родным польским языком.

Она вынуждена была временно отложить свой план учиться в высшем учебном заведении. В царской Польше не было учебных заведений для женщин, а для посещения университета за границей - во Франции или Швейцарии - не хватало средств, так как доходы отца после его увольнения были очень скромными.

Мария сама предложила, чтобы сначала в Париж поехала старшая сестра, которая хотела стать врачом. Она же была намерена это время работать домашней учительницей и из своих средств поддерживать сестру. Позднее она тоже должна была уехать учиться в Париж.

Шесть лет Мария была гувернанткой. Большую часть этого времени она провела в деревне, в доме помещика, далеко от Варшавы. Свойственные ей сознание социальной ответственности и мужество проявились уже тогда. Так, она тайно распространяла литературу на польском языке. Это было запрещено и каралось заключением или ссылкой.

В свободное время она учила детей арендаторов, батраков, служащих и рабочих поместья читать и писать по-польски. Она сама покупала тетради и письменные принадлежности. "Число моих учеников доходит до восемнадцати, сообщала она своей подруге в конце 1886 года. - Само собою разумеется, они приходят не все вместе, иначе я не могла бы справиться, но даже при таком распорядке уходит на занятия два часа в день. По средам и субботам я занимаюсь с ними дольше - часов пять без перерыва... Много радости и утешения дают мне эти ребятишки".

В те немногие часы, которые оставались

свободными, Мария прорабатывала учебники физики и математики. К этим наукам она чувствовала все большее влечение. "Я читаю сразу несколько книг, - говорится в одном из писем, последовательное изучение какого-нибудь одного предмета может утомить мой драгоценный мозг, уже достаточно нагруженный. Когда я чувствую себя совершенно неспособной читать книгу плодотворно, я начинаю решать алгебраические и тригонометрические задачи, так как они не терпят погрешностей внимания и возвращают ум на прямой путь".

В первые годы своего учительства Мария Склодовская занималась также философскими и социологическими вопросами. В особенности притягательны были для нее сочинения французских и английских позитивистов, которые были как бы противоядием против романтической натурфилософии и социальны к учений. Ее воодушевляли труды французского математика и философа Огюста Конта и сочинения английского социолога Герберта Спенсера.

При этом следует принять во внимание, что западноевропейский позитивизм культивировался в Польше в кругах революционной интеллигенции из политических соображений. Он придавал, по словам Евы Кюри, особое направление программе национального прогресса. Этому обстоятельству, видимо, следует приписать и то, что Мария Склодовская с гордостью называла себя тогда "позитивистка-идеалистка", причем об идеализме речь шла, разумеется, в этическом смысле.

В эти годы 19-летняя Мария испытала на собственном опыте социальную несправедливость и классовые предрассудки того времени. Планы совместной жизни, которые строили она и старший сын помещика, приезжавший на каникулы из Варшавы, были бессердечно разрушены вмешательством его родителей. "На гувернантках не женятся", - был ответ, который получил сын, когда он попросил согласия на брак. И он подчинился требованию родителей.

Мария была разочарована и глубоко уязвлена,

и не только в своих личных чувствах. Если бы она не должна была заботиться о сестре, писала она своему брату, то непременно уволилась бы. В письме к подруге мы читаем: "Это были очень горькие дни, и единственное, что делает воспоминание о них для меня переносимым, это то, что я, несмотря ни на что, вышла из них достойно и с поднятой головой".

Когда ее воспитанники сдали выпускные экзамены, Мария вернулась в Варшаву. Там она в течение года учительствовала в доме фабриканта. В Музее промышленности и сельского хозяйства, которым руководил один из ее родственников, она занималась естественнонаучными экспериментами. Здесь она впервые вошла в лабораторию. С неизменным успехом повторяла она описанные в учебниках физические и химические опыты. Эти занятия углубили ее любовь к естествознанию и предрешили выбор профессии.

В последний год пребывания в Варшаве Мария Склодовская примкнула к тайной организации "Вольный университет", которая проводила вечерние занятия в различных местах города, стремясь приобщить трудящиеся слои населения к основам образования. Позднее, обобщая гуманистические идеи, которыми она была воодушевлена в то время, она писала: "Не усовершенствовав человеческую личность, нельзя построить лучший мир". Каждый должен чувствовать себя ответственным за все человечество.

В 24 года Мария Склодовская смогла наконец отправиться в Париж, чтобы начать изучение физики на естественнонаучном факультете Сорбонны, одного из знаменитейших университетов того времени. Впоследствии она хотела вернуться в Польшу и преподавать в средней школе.

Вначале она жила у своей сестры, которая закончила изучение медицины и вышла замуж за польского врача, практиковавшего в Париже. Однако через несколько месяцев она переселилась в университетский квартал, чтобы работать без помех и быть ближе к лабораториям.

Поскольку Мария не получала материальной поддержки и должна была с величайшей экономностью расходовать свои малые денежные средства, она жила в нищенских условиях. В чердачной каморке, где она жила, зимой было так холодно, что вода замерзала в умывальнике. Нужны были крепкое здоровье и железная воля, чтобы выносить такую жизнь годами.

Оглядываясь назад, она писала: "Эта во многом тяжелая жизнь была полна для меня своего очарования. Она давала мне драгоценное чувство свободы и независимости. В Париже я никого не знала и чувствовала себя затерянной в большом городе. То, что я была предоставлена самой себе и жила без какой-либо помощи, меня не угнетало. Если даже иногда я и ощущала одиночество, то обычно я все же была спокойна и исполнена внутреннего удовлетворения. Я концентрировала всю мою волю на учебе".

Как заметила ее дочь Ева, мать не позволяла себе тогда никаких удовольствий. Она ничему не давала отвлечь себя от научной работы. Под впечатлением прошлых тяжелых переживаний она вычеркнула "из программы своей жизни" любовь и замужество. Ее сердце принадлежало только науке. Она знала лишь одну цель: возможно скорее и успешнее закончить учебу.

И она достигла этой цели. На экзаменах по физике она была первой, в следующем году по математике - второй. Блестящие успехи Марии Склодовской позволили друзьям на родине выхлопотать для нее польскую зарубежную стипендию. Она давала Марии возможность остаться еще на год в Париже, чтобы продолжить экспериментальную работу и подготовить докторскую диссертацию. Несколько лучшая комната, которую она теперь сняла, по сравнению с ее пустой каморкой под крышей, казалась ей настоящим дворцом.

Как молодой дипломированный физик, она получила от одного из научных обществ заказ определить магнитные свойства различных металлов. Так как для проведения этих исследований требовалось помещение больше того, которое могло быть предоставлено ей в перегруженных лабораториях университета, она

должна была сама позаботиться о нем.

В поисках лаборатории она в начале 1894 года познакомилась с физиком Пьером Кюри, который преподавал в Парижской городской профессиональной школе физику и химию.

Пьер Кюри, сын атеистически и антиклерикально настроенного парижского врача, был на шесть лет старше Марии Склодовской. Он придерживался позиции левых буржуазных демократов и открыто сочувствовал идее социализма. Его исследования электрических свойств кристаллов, которые привели к открытию пьезоэлектричества, установление взаимозависимости магнетизма и температуры, а также создание прецизионных весов, названных весами Кюри, принесли ему признание специалистов как крупному физику-экспериментатору. Среди его физико-теоретических открытий особое значение для будущего имел принцип симметрии, который он подробно исследовал применительно к электрическим и магнитным полям.

Несмотря на свои большие научные заслуги, Пьер Кюри работал на плохо оплачиваемом месте, которое не отвечало его возможностям. Скромный и лишенный малейшего честолюбия ученый, относившийся к числу талантливейших физиков своего времени, он был в середине 90-х годов почти неизвестен в своем отечестве, тогда как в других странах его работы в области экспериментальной физики получили высокую оценку.

Вскоре после встречи этих двух людей, безраздельно преданных физической науке, между ними завязалась тесная дружба.

"Пьер Кюри навещал меня, относясь с простотой и искренней симпатией к моей трудовой жизни, - пишет Мария Кюри. - Вскоре он стал говорить мне о своей мечте посвятить всю жизнь научному исследованию и попросил меня разделить с ним эту жизнь. Мне было нелегко решиться на это, так как это означало разлуку с родиной, семьей и отказ от проектов общественной деятельности, которые были мне дороги". Ей казалось почти национальным предательством оставить угнетенную родину и

стать гражданкой другого государства.

Свадьба состоялась в июле 1895 года без обычных церковных формальностей, так как Пьер Кюри был неверующим, а Мария давно внутренне преодолела католическую религию, в которой она была воспитана. Началась совместная научная работа, хотя первое время и над разными исследовательскими темами.

Для удовольствий не оставалось времени. "Наша жизнь всегда одинакова, однообразна, - пишет Мария в марте 1896 года своему брату. - Мы почти никогда не ходим в театр, не позволяем себе ни в коем случае расслабляться. К пасхе, вероятно, устроим себе несколько дней каникул и тогда совершим прогулку". Свои прогулки они предпринимали обычно на велосипедах, таким образом они познакомились с очаровательными окрестностями Парижа и лучше узнали Францию.

Летом 1896 года Мария Кюри сдала - снова в числе лучших на курсе экзамен, который давал ей право преподавания в высшей школе. Теперь ей предстояло выбрать тему для своей докторской диссертации.

Загадочные лучи урана, которые Беккерель открыл за несколько месяцев до этого и которые были еще не исследованы, показались ей подходящим предметом для ее работы. Она хотела раскрыть природу этих лучей и прежде всего выяснить, откуда исходит энергия, постоянно излучаемая солями урана. В кладовой школы, где работал ее муж, Мария Кюри начала свои опыты.

Первые интересные результаты обнаружились в начале 1898 года. Она пришла к убеждению, что в случае "излучения урана" речь идет о такой особенности, которая свойственна не только атому урана. В ходе экспериментов было выяснено, что подобные же лучи испускает торий: наблюдение, которое примерно в то же время сделал и немецкий физик Герхард Шмидт в Эрлангене. Мария Кюри назвала свойство определенных атомов испускать лучи радиоактивностью, а лучистые вещества - радиоактивными элементами.

Она приступила к планомерным поискам таких элементов в школьной коллекции минералов. При

этом вскоре стало ясно, что содержание урана в минералах урановой смолки и халколите не настолько велико, чтобы это могло объяснить фактически замеренную силу излучения. Так как электрические измерительные приборы Пьера Кюри давали в высшей степени точные показания, в обоих минералах должно было быть вещество, которое обладало гораздо большей радиоактивностью, чем уран.

Эти предварительные результаты Мария Кюри изложила в сообщении, представленном в апреле 1898 года Парижской Академии наук ее учителем Габриэлем Липпманом, физиком из Сорбонны и впоследствии нобелевским лауреатом.

Пьер Кюри, который раньше в немногие свободные часы занимался изучением кристаллов и только советами помогал своей жене в исследованиях, начал непосредственно участвовать в ее работе, о чем свидетельствуют записи в лабораторных дневниках. Вместе с ней он начал поиски предполагаемого, до тех пор неизвестного химического элемента с большой интенсивностью излучения.

Так весной 1898 года началось счастливое научное сотрудничество Марии и Пьера Кюри, продолжавшееся восемь лет - до трагического конца Пьера. Оно повторилось позднее в совместной исследовательской работе Ирэн Кюри и Фредерика Жолио.

Новый элемент, существование которого было доказано физическими измерениями, хотя он еще не был выделен химически, Кюри хотели назвать полонием. Это было данью признательности отечеству Марии. "Если существование нового металла подтвердится, мы предполагаем назвать его полонием, имея в виду происхождение одного из нас". Так писали они в сообщении, которое было в июле 1898 года опубликовано Парижской Академией наук. Почти одновременно с этим оно появилось в Варшаве на польском языке: факт, свидетельствующий о том, насколько сильно чувствовала Мария Кюри свою связь с родиной.

Полоний был обнаружен как вещество, сопутствующее висмуту. В конце того же 1898 года Мария и Пьер открыли другой радиоактивный элемент, на этот раз как

вещество, сопутствующее барию. Он обладал еще большей, просто "неслыханной" интенсивностью излучения. Поэтому они назвали его "радий" ("излучающий").

Существование обоих элементов было безукоризненно подтверждено средствами физики. Но предстоял еще огромный труд по их выделению, дабы химики могли воочию убедиться в их существовании и проверить новое вещество своими обычными способами. Это стало целью ближайших лет. К огорчению Марии Кюри, полоний из-за меньшей интенсивности излучения и свойственной ему неустойчивости вскоре отошел на второй план в противоположность радию, который можно было легче получить.

Работа начиналась в крайне неблагоприятных технических условиях. Не было удобной лаборатории. Не хватало средств на покупку необходимого сырья. Урановая смолка из Иоахимсталя в Богемии, которая содержала радий, стоила дорого и едва ли могла быть приобретена в количестве, необходимом по предварительным расчетам.

Выход был найден совершенно неожиданно. При получении солей урана, которые использовались тогда преимущественно в стекольной промышленности, остатки радия, содержащиеся в урановой смолке, оставались неиспользованными. Для целей предстоящего исследования, вероятно, можно было использовать продукты отходов уранового производства, технически обесцененные шлаки, которые легче было достать в нужном количестве.

Известный австрийский геолог Эдуард Суэсс, прославившийся своим исследованием Альп и своим фундаментальным трудом "Лик Земли", в качестве президента Венской Академии наук добился у австрийского правительства, которому были подчинены Иоахимстальские урановые рудники, чтобы французские физики Кюри получили тонну шлаков урановой смолки как подарок - бесплатно. Получатели должны были оплатить только перевоз. Большее количество они могли получить без ограничений за небольшую плату. Велико было ликование Марии

и Пьера Кюри, когда поступила первая тонна шлака урановой смолки: грязно-коричневая масса, смешанная с иголками сосен богемских Рудных гор, так как материал находился в отвалах под открытым небом.

Тем временем после долгих стараний им удалось найти лабораторию для своих опытов. Руководитель школы, в которой преподавал Пьер, разрешил им использовать пустующий сарай на территории школы, деревянный барак, который раньше был прозекторской медицинского факультета. Пол был земляной. Стеклянная крыша повреждена. Для отопления служила железная печь с проржавевшей трубой. Вентиляции не было.

Помещение подходило по размерам, но имело много недостатков. Зимой его едва ли можно было прогреть. Летом под стеклянной крышей было невыносимо жарко. Через щели в крыше на рабочие столы капала вода от снега и дождя. Опасные места отмечались особо, чтобы под ними не устанавливать приборов.

Оба физика производили все работы собственноручно при помощи немыслимо примитивных средств. Они трудились, по свидетельству очевидцев, скорее как рабочие цементного завода, а не как следопыты на охоте за несколькими миллиграммами редкого вещества.

Позднее, когда Мария и Пьер Кюри были отмечены Нобелевской премией, сарай стал, по словам Марии, "окружаться волшебством легенды". Он был не только обыскан жадными до сенсаций журналистами, но как курьез осматривался знаменитыми учеными. Вильгельм Оствальд, который через несколько лет после открытия радия осматривал эту "лабораторию" в отсутствие Кюри, писал в автобиографии: "Это было нечто среднее между конюшней и подвалом для картофеля, и если бы я не увидел рабочих столов с химическими приборами, то подумал бы, что надо мной просто подшутили".

Четыре года трудились оба исследователя в этих тяжелейших условиях: как физики, химики, техники, лаборанты и "рабочие-цементники". Однако они были счастливы. "Но как раз в этом

дрянном старом сарае, - вспоминала впоследствии Мария Кюри, - протекли лучшие и счастливейшие годы нашей жизни. Нередко я готовила какую-нибудь пищу тут же, чтобы не прерывать ход особо важной операции. Иногда весь день я перемешивала кипящую массу железным шкворнем длиной почти в мой рост. Вечером я валилась от усталости".

В 1902 году Мария и Пьер Кюри получили наконец дециграмм чистого хлорида радия. Это был белый порошок, который выглядел почти как обычная поваренная соль. "Мне понадобилось четыре года, - писала Мария Кюри, - для того, чтобы, согласно требованиям химии, доказать, что радий действительно является новым элементом. Будь в вашем распоряжении соответствующие средства, нам для этого наверняка хватило бы года".

Результат, стоивший многих усилий, послужил фундаментом нового учения о радиоактивности. Позднее Марии Кюри удалось более точно определить атомный вес радия и получить радий как чистый металл. Все свойства нового элемента были, однако, определены уже в 1902 году.

"Неслыханная" интенсивность излучения, которую предполагали Кюри в 1898 году, подтвердилась: радий излучал в два миллиона раз сильнее, чем уран, на излучение которого обратил внимание Анри Беккерель.

Чистый радий оказался блестящим белым металлом, химически подобным барию и обладающим слабой устойчивостью на воздухе. Он постоянно самопроизвольно испускает тепло, химически действует на фотослой через черную бумагу и делает воздух и другие газы проводниками электричества. То, что из него при распаде выделяются три вида лучей и благородный газ радон, было уже вскоре после открытия Кюри обнаружено Резерфордом, Рамзаем, Содди и другими исследователями атома. Эльстер и Гейтель нашли закон радиоактивного распада.

"Добытчики" радия получали от результатов своей работы также эстетическое удовольствие. Они любовались красивым сиянием, исходившим от лучистого металла и его солей в темном

лабораторном сарае. Испускаемый свет был так ярок, что вблизи трубочек, в которых хранилась соль радия, можно было даже разобрать печатный текст.

"Нам случалось возвращаться вечером после обеда, чтобы бросить взгляд на наши владения, - вспоминала Мария Кюри. - Наши драгоценные продукты, для которых у нас не было хранилища, были разложены на столах и на досках; со всех сторон видны были их слабо светящиеся точки, казавшиеся висящими в темноте; они всегда вызывали у нас новое волнение и восхищение".

Исследовательские успехи супругов Кюри вызвали пристальное внимание в мире ученых, однако это поначалу ничем не облегчило тяжелой борьбы их за существование. Пьер продолжал преподавать в Городской профессиональной школе физику и химию. Приглашение, пришедшее к нему в 1900 году из Женевского университета, он вынужден был отклонить, так как это помешало бы исследованию радия. Перемещение сырья и приборов из Парижа было весьма затруднительно и затянуло бы дальнейшее проведение работ на многие месяцы. Мария была доцентом физики в учебном заведении, готовившем учительниц.

Освобождающиеся в Сорбонне профессуры по физической химии и минералогии, на которые претендовал Пьер Кюри, предоставлялись другим, гораздо менее значительным ученым. Его избрание в Парижскую Академию наук натолкнулось в 1902 году на сопротивление реакционно настроенных ученых, которые не желали иметь в своих рядах атеиста и демократа. Предоставление государственной лаборатории оттягивалось из года в год из-за бюрократических проволочек и постоянной нехватки денег в соответствующих административных учреждениях.

Когда декан естественного факультета Сорбонны сообщил Пьеру Кюри, что он от лица факультета и с согласия министра просвещения хочет представить его к ордену, он получил ответ: "Прошу Вас, будьте любезны передать господину министру мою благодарность и осведомить его, что не имею никакой нужды в

ордене, но весьма нуждаюсь в лаборатории".

Равнодушие к внешним знакам признания, продемонстрированное этим ответом, Пьер Кюри разделял с другими великими физиками, например с Эйнштейном, который оставлял без внимания множество присужденных ему медалей и едва ли знал, как выглядит нобелевский жетон. Когда Кюри в 1903 году первыми получили от Королевского общества в Лондоне медаль Дэви, они отдали драгоценную, вычеканенную из чистого золота медаль маленькой Ирэн для игры.

Кюри презирали золото как символ богатства и власти. У Марии Кюри не было ценных украшений; она никогда не носила обручального кольца. А Пьер на вечере, данном в его честь в Лондоне, употребил свое время на то, чтобы подсчитать, сколько в среднем физических лабораторий можно оборудовать на выручку от золотых украшений и бриллиантов, которые были выставлены на обозрение присутствующими дамами из высшего общества.

В том, к чему больше всего стремились Мария и Пьер Кюри, им отказывали годами: профессиональная деятельность, которая оставляла бы им достаточно времени для исследовательской работы, и рабочее помещение, более подходящее для трудных и утомительных экспериментов. Они по-прежнему должны были перерабатывать в старом сарае тонны шлака урановой смолки, иногда под открытым небом, если едкий дым, который появлялся при химических реакциях, делал невозможной работу внутри помещения.

Перерывами для отдыха были только велосипедные прогулки на каникулах и редкие поездки за границу, особенно в Польшу и Швейцарию.

За шесть лет, последовавших за открытием радия, оба ученых опубликовали свыше 30 научных работ, часть из них - совместно с другими физиками и химиками. Особенного внимания заслуживают исследования о физиологическом действии лучей радия, о радиоактивности газов в водах термальных источников и об использовании радиоактивного распада для измерения временных периодов

истории земли.

Подобно Рентгену, Кюри отказались от какой-либо патентной защиты разработанных ими методов. Они, как и вюрцбургский ученый, придерживались мнения, что это противоречило бы духу науки. "Радий не должен никого обогатить, - сказала Мария Кюри одной американской посетительнице в 1920 году. - Это элемент. Он принадлежит всему миру". Все количество радия, которое она получила за многие годы, было передано лаборатории.

Она писала: "Мой муж и я всегда были против того, чтобы извлекать какие-либо материальные выгоды из нашего открытия. С самого начала мы опубликовали во всех подробностях метод получения радия. Мы не подали заявку на патент и не обеспечили себе какие-либо преимущества у поставщиков. Связанная с радием промышленность могла так быстро развиваться только благодаря подробности наших публикаций".

Уже в начале нового столетия стало очевидно эпохальное значение работ супругов Кюри. Открытие радия ускорило начавшийся благодаря открытию рентгеновских лучей крах господства механистической картины природы, считавшейся до тех пор незыблемой. Классическая механика была потрясена до основания, когда "великий революционер радий", по выражению Пуанкаре, вступил на арену науки. Уже загадочные лучи Рентгена подействовали ошеломляюще. После открытия радия и связанных с этим исследований, в особенности после работ Резерфорда и Содди, в распаде атомов нельзя было больше сомневаться.

Старый механистический материализм, который опирался на представление о неизменной "материи", оказался по этой причине совершенно несостоятельным. Физики вынуждены были попытаться разобраться в новых фактах. Так как они не знали или не хотели признать материалистическую диалектику, они нередко попадали на путь идеалистических заблуждений.

Открытие как рентгеновских лучей, так и радия оказало значительное воздействие на

медицину. Радий мог быть непосредственно использован в биологии и медицине, прежде всего в борьбе с раком и кожными заболеваниями.

Пьер Кюри одним из первых путем опытов на самом себе, которые приводили к тяжелым ожогам, испытал физиологическое действие радия. Наступающие при этом явления он описал с объективностью стороннего наблюдателя. Вскоре была начата обширная исследовательская работа в этой области. Радиотерапия называемая также кюритерапией - заняла место рядом с рентгенотерапией и развилась в новую важную отрасль практической медицины.

Вначале при применении радия для клинических целей врачи и больные тоже получали травмы, так как ничего не было известно об опасных свойствах лучей. Но вскоре преимущества взяли верх. В автобиографии 1922 года Мария Кюри выразила свою радость по поводу того, что открытие радия стало "благодеянием для человечества". "Это действительно лучшая награда за наши многолетние великие усилия", - заявила она, говоря о способности радия смягчать человеческие страдания и заставлять отступать тяжелые болезни.

В 1903 году на 36-м году своей жизни Мария Кюри защитила в Сорбонне докторскую диссертацию на тему, которую она выбрала шесть лет назад. Ее диссертация была озаглавлена: "Исследование радиоактивных веществ". Она все время отодвигала докторский экзамен, потому что работа в лаборатории и преподавательская деятельность не оставляли ей времени, достаточного для усвоения необходимых при сдаче экзамена знаний в той степени, которая соответствовала бы ее высокой требовательности к себе.

Это был необычный экзамен. Маленький зал в Сорбонне, в котором он состоялся, уже задолго до начала заполнили физики и химики. Среди студентов сидели также Пьер Кюри и его отец. Старшая сестра Марии приехала в Париж из Закопане, где она вместе с мужем руководила санаторием, чтобы стать свидетельницей

получения ею последней академической степени.

Питомицы педагогического института тоже были здесь, чтобы поздравить своего доцента, которая теперь сама должна была держать экзамен.

В этом же 1903 году Пьер и Мария Кюри вместе с Анри Беккерелем получили Нобелевскую премию по физике за открытие радиоактивности.

Так как супруги Кюри чувствовали себя не совсем здоровыми и боялись путешествия в Швецию зимой, награду принял за них французский посланник. Лишь через полтора года, в июне 1905 года поехали они в Стокгольм, где Пьер Кюри прочел традиционный нобелевский доклад задним числом.

Заканчивая свое выступление, он сказал, что в преступных руках радий может стать очень опасным. Он задал вопрос, является ли вообще благом для человечества проникновение в тайны природы, достаточно ли оно созрело, чтобы поставить себе на службу открытые законы природы, вопрос, который через сорок лет встанет со всей остротой.

Пьер Кюри указал на открытия Альфреда Нобеля, которые были характерным тому примером. Взрывчатое вещество нового вида, найденное Нобелем, могло бы облегчить человечеству проведение технических работ большого объема; однако оно могло также стать "ужасным инструментом разрушения в руках высокопоставленных преступников, которые ввергают народы в войны". Кай и Нобель, Пьер Кюри был убежден в том, что человечество способно поставить новые открытия на службу добру, а не злу.

Присуждение Нобелевской премии принесло супругам Кюри мировую славу. Репортеры описывали и фотографировали сырой лабораторный сарай, квартиру без всяких украшений, "очаровательную дочурку" Ирэн и спящего перед печкой кота. Один американский репортер добрался даже до отдаленного рыбацкого домика, где Кюри проводили летние каникулы 1904 года, надеясь укрыться от назойливого внимания. Когда журналист

попытался расспросить Марию Кюри о личной жизни, она закончила разговор словами: "В науке мы должны интересоваться вещами, а не личностями".

Началась шумиха, подобная той, которую за несколько лет до этого пережил исследователь рентгеновских лучей, и той, которая разразилась двадцать лет спустя в еще более грубых формах вокруг создателя теории относительности.

Поток писем и рукописей обрушился на Марию и Пьера Кюри. Лишь часть их авторов принадлежала к миру науки. В большинстве же своем это были непризнанные гении, неудачливые изобретатели, спириты и собиратели автографов. "Вчера один американец в письменной форме просил у меня разрешения назвать в мою честь скаковую лошадь", - сообщала Мария Кюри своему брату. И добавляла: "Я не отвечаю ни на одно из этих писем, но теряю время на чтение". (Стоит вспомнить, что позднее собирателям автографов посылалась печатная карточка со словами: "Не имея желания давать автографы и делать надписи на своих портретах, мадам Кюри просит извинить ее".)

Послания спиритистских кругов были не столь безобидны. По свидетельству Евы Кюри, ее родители некоторое время довольно обстоятельно занимались спиритизмом. Они посещали спиритические сеансы, наблюдали за результатами, достигавшимися "медиумом", но не переставали сомневаться. По-видимому, они так и не пришли к какому-либо окончательному выводу. Позднее Мария Кюри не занималась больше этими вопросами.

За четверть столетия до этого спиритизмом интересовались такие заслуженные естествоиспытатели, как немецкий астроном Цольнер и русский химик Бутлеров. Тогда же Фридрих Энгельс издевался над "естествознанием в мире духов".

Малоизвестным, но примечательным в этом отношении фактом является то, что коллега Кюри известный физико-химик Вильгельм Оствальд в принципе не исключал возможности "оккультных" явлений. Их современник, французский астроном

Фламмарион, написал даже объемистую книгу "Загадки жизни души".

Нобелевская премия была, конечно, и большой поддержкой. Значительная денежная сумма позволила исследователям несколько облегчить повседневный труд. Теперь они могли нанять технического помощника, который избавил их по крайней мере от самой грубой работы, и купить некоторые недоступные для них ранее приборы и препараты. Пьер оставил свое преподавание, чтобы заниматься только исследовательской работой. Мария Кюри, которая была увлечена преподавательской деятельностью, осталась доцентом педагогического института.

Только через два года после присуждения Нобелевской премии, в 1905 году, Пьер Кюри был избран членом Парижской Академии наук, после того как он еще раз выполнил неприятную обязанность, нанеся всем академикам визиты. Но и теперь было двадцать два голоса против, так что он был, по его словам, "на волосок от провала", как и три года назад.

О том, до какой степени неловко чувствовал себя Пьер Кюри среди членов Академии, свидетельствует отрывок из письма, которое он написал одному из своих знакомых осенью 1905 года, через полгода после своего избрания: "В понедельник я был в академии, но откровенно спрашиваю себя, что мне там делать. Я ни с кем не близок, интерес самих заседаний ничтожный, я прекрасно чувствую, что эта среда чужда мне". Он говорил, что ему вообще непонятно, для чего, собственно, существуют академии.

В том же году наконец была создана кафедра физики для Пьера Кюри в Парижском университете, правда без лаборатории, так как для этого все еще не было денежных средств. Когда ученый по этой причине решил отказаться от преподавания, освободили несколько подсобных помещений. Мария Кюри, проводившая до сих пор свои исследования радия бесплатно и на правах гостьи в чужих помещениях, теперь могла получить место штатной ассистентки.

Об отношении французских

административных учреждений к ее родителям Ева Кюри с горечью писала: "Франция оказалась последней страной, которая признала их: потребовалась медаль Дэви и Нобелевская премия, чтобы Парижский университет предоставил Пьеру Кюри кафедру физики".

Революция 1905 года, потрясшая царскую Россию, вызвала у польской патриотки глубочайшее сочувствие. Всем сердцем Мария Кюри-Склодовская была с угнетенными массами, которые поднялись под руководством революционной партии против господства царизма: против полуабсолютистского полицейского государства, грубое давление которого она сама испытала в детстве и юности. "Для меня нет никакого сомнения в том, что надо поддерживать революцию", писала она своему брату в марте 1905 года. Из средств Нобелевской премии она послала крупную сумму на свою родину для поддержки восставших.

Год спустя, 19 апреля 1906 года, на одном из парижских перекрестков под колесами конного экипажа оборвалась жизнь Пьера Кюри: углубленный в свои мысли, ученый вышел на проезжую часть улицы, не обращая внимания на движение.

Марии Кюри пришлось одной работать в лаборатории, продолжая экспериментальное исследование, и воспитывать своих дочерей, так как вскоре умер и отец Пьера, живший в их доме. Трагическая смерть спутника ее жизни и трудов глубоко потрясла ее. "Моя жизнь до такой степени разбита, что уже больше не устроится", - писала она в 1907 году подруге юности. Тяжелый удар судьбы усилил жесткость ее характера. Это в известной мере объясняет то непонятное упрямство, которое проявляла "знаменитая вдова" - как ее часто называли в газетах - во многих научных вопросах, например в 1912 году при окончательном определении международного эталона атомного веса радия.

Своих детей Мария Кюри воспитывала в духе естественнонаучного просвещения и терпимости в мировоззренческих вопросах. Она не позволила их крестить и не давала им никаких религиозных наставлений. "Мари сознавала свою

неспособность, - писала Ева о матери, - преподавать им догмы, в которые сама уже не верит. В особенности она боится той скорби, какую сама перенесла, потеряв веру. Тут не было никакого антирелигиозного сектантства: Мари отличалась полной терпимостью и не раз будет говорить своим детям, что, если у них явится потребность в какой-нибудь религии, она предоставит им полную свободу". Этим "разрешением" дочери так и не воспользовались.

С 1 мая 1906 года ей было доверено продолжить преподавательскую работу ее мужа в Сорбонне. Спустя два года она была назначена профессором и получила кафедру. Она стала первой женщиной, которая заняла такое место во французском университете. Ее лекции по радиоактивности, вышедшие вскоре отдельной книгой, получили всемирную известность.

В лаборатории Мария Кюри работала прежде всего над совершенствованием методов измерения, так как повышение точности измерения имело большое значение для прогресса исследований. За выдающиеся заслуги в исследовании радия и, в особенности, за выделение чистого металлического радия она в 1911 году второй раз получила Нобелевскую премию. Премия была присуждена в области химии. На этот раз она ни с кем не делила ее.

Грета Оствальд, старшая дочь химика, присутствовавшая вместе со своим отцом на нобелевском докладе Марии Кюри, очень живо описала в книге воспоминаний свои впечатления от этого выступления: "Крохотное личико с необыкновенно круглым выпуклым лбом и мелко завитыми редкими волосами походило на гравюру Кэте Кольвиц, так много было в нем тихой скорби. Докладывала она с предельной внутренней сосредоточенностью, по-деловому просто. Казалось, ей стоило огромных усилий говорить, а после окончания она тотчас же была принята в ласковые заботливые руки ее дочери Ирэн и приехавшей вместе с нею сестры, выглядевшей гораздо более крепкой. Я не видела ее в те дни ни разу без этой заботливой охраны, которая успешно оберегала ее от назойливых вопросов".

Незадолго до этого кандидатура Марии Кюри в Парижскую Академию наук была отклонена решением большинства членов Академии.

Она очень неохотно наносила многочисленные визиты, которые обязан был делать кандидат. "Моя кандидатура, - писала она в автобиографии, - возбудила живой интерес и принципиально поставила вопрос об участии женщин в Академии. Многие члены Академии противились этому и в конце концов для моего избрания не хватило нескольких голосов". Не подлежит сомнению, что поводом для отклонения послужили также причины личного, политического и мировоззренческого характера, хотя Мария Кюри умолчала об этом. Она лишь заверила: "Я никогда не стану вновь выдвигать свою кандидатуру".

Такая позиция большинства членов Парижской Академии принесла ей так же мало славы, как и за десять лет до этого, когда поначалу было отказано в избрании Пьеру Кюри, и как десять лет спустя, когда тридцать членов Академии в слепой ненависти к немцам заявили, что они покинут зал, если войдет Эйнштейн, который был приглашен принять участие в заседании Академии.

Парижская Академия, если обратиться к истории подобного рода учреждений, не одинока в принятии ошибочных решений. Прусская Академия наук некогда отказалась принять в свои ряды Фихте, а в 1938 году один из ее президентов публично заявил, что у Академии нет повода сожалеть о выходе Эйнштейна.

Известное удовлетворение получила Мария Кюри, когда в Варшаве была организована радиевая лаборатория. На ее открытие в 1913 году Кюри вновь, после долгих лет, приехала в свой родной город. В переполненном зале она впервые делала научный доклад на родном польском языке. Эта поездка вновь живо пробудила ее патриотические чувства.

"Эта бедная, угнетаемая варварским и бессмысленным режимом страна действительно многое делает для сохранения своих традиций и своего духа", писала она впоследствии. Через десять лет она заметила в автобиографии:

"Незабываемым остается для меня величие духа моего народа, который в очень тяжелых политических условиях оказался способен на столь полезное дело".

Ее старания оборудовать радиевую лабораторию в Париже в конце концов увенчались успехом. Сорбонна и Пастеровский институт совместно построили Радиевый институт на улице, названной именем Пьера Кюри. Наряду с физическим отделением, которое служило дальнейшим исследованиям радиоактивных веществ и находилось под руководством Марии Кюри, имелась медико-биологическая лаборатория, предназначенная для выяснения биологического и терапевтического действия радиоактивных веществ.

Война, развязанная империалистами великих европейских держав - в первую очередь германским финансовым капиталом, - прервала исследовательскую работу в Радиевом институте. Все ученые должны были нести военную службу. Когда немецкие армии неудержимо устремились вперед и над Парижем нависла угроза вторжения, Мария Кюри лично перевезла находившийся у нее драгоценный грамм радия в Бордо, куда перенесло свое местопребывание французское правительство. Там он хранился в сейфе банка; он не должен был ни в коем случае попасть в руки врага. Сама она незамедлительно возвратилась в Париж. Позднее радий был использован для лечения раненых.

В эти годы Мария Кюри поставила весь свой большой талант организатора и всю энергию на службу французскому здравоохранению, которое было недостаточно подготовлено к войне. Под ее руководством было создано двести стационарных рентгеновских установок. Двадцать передвижных рентгеновских аппаратов она оборудовала сама и передала их армии для использования в прифронтовых госпиталях. Это большей частью были легковые или грузовые автомобили, предоставленные для этой цели богатыми людьми и крупными фирмами и переоборудованные по ее указаниям. Вместе с ними она выезжала в прифронтовые госпитали северного и восточного французских фронтов.

Так как шоферов не "хватало, она сама научилась водить автомобиль, а в случае необходимости становилась и автомехаником. Ее непритязательность была достойна удивления. "Вряд ли какая-нибудь другая женщина с именем причиняла бы так мало забот, - писала Ева Кюри. - Она забывает о завтраке и обеде, спит где придется - в комнатушке медицинской сестры или же, как это было в Гугштадтском госпитале, в палатке. Студентка, некогда мужественно переносившая холод в мансарде, легко превратилась в солдата мировой войны".

Социально-экономическую подоплеку империалистической войны, в которой были виновны и правящие классы Франции, Мария Кюри представляла себе в столь же малой степени, как и большинство ученых воюющих стран. Однако она не принадлежала к тем ученым, которые - по меткому выражению Эйнштейна - с началом войны повели себя так, как будто у них ампутировали головной мозг. Любой шовинизм был глубоко чужд Марии Кюри, она питала глубокое отвращение к братоубийственной войне.

Свой долг она видела в том, чтобы всеми силами помогать смягчению страданий, которые принесла ее французским соотечественникам война. "Я решила, - писала она в начале 1915 года своему коллеге физику Полю Ланжевену, - отдать все силы служению своей второй родине".

Кроме организации радиологической службы и оборудования рентгеновских кабинетов, Марии Кюри принадлежала заслуга в подготовке персонала. Чтобы помочь ликвидировать нехватку в специально обученных медсестрах, она с дочерью Ирэн организовала в своей лаборатории краткосрочные курсы. При этом ей пригодились и ее большой педагогический опыт, и ее способность делать понятными трудные вопросы естествознания даже для неподготовленных людей.

Ее вклад в развитие медицинской рентгенологии получил признание. В 1922 году, первой из женщин, она была избрана членом Парижской Медицинской Академии.

Мария Кюри приветствовала "конец военной

бури". Она была счастлива, что ее родина получила после Октябрьской революции право на национальное самоопределение и вновь обрела государственную самостоятельность.

Сразу же после перемирия Мария Кюри вернулась к своим исследованиям в Радиевом институте, несмотря на то, что ее здоровье очень ухудшилось. Ее книга "Радиология и война" стала обобщением ее опыта в применении и дальнейшем развитии рентгеновской техники и радиевого облучения во время войны.

Она писала: "Рентгеновские лучи использовались до войны в ограниченных размерах. Разразившаяся великая катастрофа заставила использовать до конца любые средства; чем более ужасающим становилось число жертв, тем горячее было желание спасать то, что можно спасти, чтобы сохранить и защитить человеческую жизнь".

Мария Кюри внимательно следила за развитием научных исследований в тех областях физики, в которых сама не работала. Она была в числе участников обсуждения, когда в 1922 году в Париже Эйнштейн читал доклады о теории относительности.

Эйнштейн привлек ее к участию в комиссии Лиги Наций по научному сотрудничеству. Мария Кюри как заместитель председателя этого объединения, к которому, кроме Эйнштейна, принадлежали физик Лоренц, философ Бергсон, математик Пенлеве и другие выдающиеся представители научного мира, занималась международным сотрудничеством в сфере библиографии и документации с целью облегчить ученым всех стран знакомство с литературой по их специальности. Она заботилась об упрощении научной терминологии и создании единого формата научных публикаций.

Эти начинания Марии Кюри явились продолжением задач, которые за десять лет до этого ставились Вильгельмом Оствальдом перед организацией "Мост". Ему удалось привлечь к своему предприятию таких значительных исследователей, как Пуанкаре, Аррениус, Беринг. Но разразившаяся вскоре мировая война и другие трудности помешали осуществлению их

намерений.

Комиссии Лиги Наций, у которой были далеко идущие планы, суждена была подобная же участь. Ученые не продвинулись дальше ни к чему не обязывающих консультаций. Эйнштейн, который вскоре вышел из комиссии, говорил позднее, что она, "несмотря на свой знаменитый состав", была самым несостоятельным предприятием, в котором он когда-либо участвовал.

О высокой оценке Альбертом Эйнштейном личности и деятельности Марии Кюри свидетельствует его письмо, в котором он поздравил ее с 20-летним юбилеем открытия радия: "Радостно пожать руку честному человеку, который, собрав столь богатый урожай, может с гордостью оглянуться на проделанную работу. Добрая и упрямая одновременно - такой я люблю Вас, и я счастлив, что мне удалось в те спокойные дни, проведенные рядом с Вами, заглянуть в глубины Вашей души, где идет своя тайная жизнь".

Весной 1921 года Мария Кюри получила приглашение посетить Соединенные Штаты Америки. Там ей был передан для дальнейшей исследовательской работы один грамм радия, который стоил тогда сто тысяч долларов. Это был подарок американских женщин, собравших необходимую сумму путем пожертвований.

Соединенные Штаты, где незадолго до этого был восторженно встречен создатель теории относительности, приготовили триумфальный прием и первооткрывательнице радия. Она была буквально завалена почетными докторскими титулами и часто едва могла спастись от натиска любопытных.

В конце путешествия она носила правую руку в повязке, так как одна из ее фанатических поклонниц вывихнула ей кисть руки при слишком восторженном рукопожатии. Она стала "жертвой славы", как заметила по этому поводу Ева Кюри.

Хотя Мария Кюри и ощущала тяжелый груз мировой известности, она охотно использовала тот огромный авторитет, который заслужила своими достижениями, чтобы ускорять развитие науки и способствовать взаимопониманию между

народами. Шумные аплодисменты, которые дарили гениальной женщине-физику, ее не трогали.

"Она страдала из-за той роли, которую ей навязывали, - писала ее дочь Ева. - Она была настолько цельной натурой, что до конца оставалась неспособной усвоить манеру держаться, к которой легко располагает слава: непринужденность, механическую любезность, нарочитую простоту и показную скромность. Она не умела быть знаменитой".

Мария Кюри регулярно принимала участие в Сольвеевских конгрессах. На одном из таких заседаний она в середине 20-х годов познакомилась с А.Ф. Иоффе.

Иоффе сообщил об этой встрече в своей книге воспоминаний следующий эпизод: когда в своем многочасовом докладе на французском языке он споткнулся, потому что не мог найти нужного французского термина, она крикнула ему из зала: "Скажите по-русски, я переведу".

Во время пребывания Иоффе в Париже Мария Кюри познакомила советского ученого со своим институтом и обсудила с ним некоторые тогда еще недостаточно ясные вопросы молекулярной физики. Она показала ему приборы Пьера Кюри, которые любовно хранила и которыми все еще пользовалась, ценя их достоинства. "Все физики, вышедшие из института Марии Кюри, - писал Иоффе, отличались высоким экспериментальным искусством, строгостью выводов, тщательной проверкой каждого опыта".

По свидетельству Иоффе, Мария Кюри была активным членом Общества франко-советской дружбы и неизменным другом советской науки. Она сама предложила на средства, предоставленные в ее распоряжение Рокфеллеровским комитетом, принять в ее институт молодого советского физика, несмотря на то что число мест было ограничено. Она согласилась, чтобы в Париж приехал Д.М. Скобельцын, которого ей рекомендовал Иоффе, хотя и не знала его лично. Помехи, чинимые приему советского физика американскими кредиторами, она устранила, употребив свой авторитет.

В 20-е годы Мария Кюри была вынуждена перенести несколько операций глаз. Ей даже угрожала слепота. Тем не менее в 1929 году она во второй раз отправилась в Соединенные Штаты, где ей подарили еще один грамм радия, на этот раз для Радиевого института, созданного в Варшаве для дальнейшего развития кюритерапии. Прибыв на его торжественное открытие в мае 1932 года, великая дочь польского народа в последний раз посетила свое отечество и свой родной город.

Выступая годом позже - в 1933 году - на международной конференции в Мадриде, Мария Кюри сказала: "Я принадлежу к числу людей, которые думают, что наука - это великая красота. Ученый у себя в лаборатории не просто техник: это ребенок лицом к лицу с явлениями природы, действующими на него как волшебная сказка. Мы не должны допускать, чтобы люди думали, будто прогресс науки сводится к механизмам, машинам, передачам сил, хотя и в них есть своя красота... Не думаю я также, что дух омелой предприимчивости рискует исчезнуть из нашего мира, Если я вижу в окружающем меня нечто жизненное, то это как раз дух смелой предприимчивости, по-видимому неискоренимый и родственный любознательности".

За три года до этого Альберт Эйнштейн прославлял "святую любознательность" как первоисточник всех естественнонаучных и технических достижений, а несколько лет спустя в заголовке одной из книг назвал физику "приключением познания". Удивительное созвучие мыслей.

За 1919...1934 годы Институтом Кюри в Париже, этой блестящей школой радиоактивности, где сотрудничали физики многих стран, было опубликовано около 500 научных трудов. Больше 30 из них вышло из-под пера Марии Кюри; в остальных она принимала участие как консультант, вникая даже в стилистические детали. Ее вторая книга о радиоактивности, обширная работа, предназначенная для использования наряду с ее лекциями и являющаяся дополнением к ним, была издана в 1935 году как часть ее наследия.

Мария Кюри умерла 4 июля 1934 года в возрасте 67 лет в санатории во Французских Альпах от болезни, названной врачами злокачественной анемией, которая была следствием многолетнего воздействия радиоактивных веществ. Руки исследовательницы были обожжены радием и покрыты множеством рубцов. Опасные лучи затронули также костный мозг и вызвали изменения в крови. Мария Кюри стала жертвой химического элемента, который она открыла и который обессмертил ее имя.

На чествовании ее памяти в Нью-Йорке Эйнштейн сказал: "Сила ее характера, чистота ее помыслов, требовательность к себе, объективность, неподкупность ее суждений - все эти качества редко совмещаются в одном человеке. Она в любой момент чувствовала, что служит обществу, и ее большая скромность не оставляла места для самолюбования. Ее постоянно угнетало чувство жестокости и несправедливости общества. Именно это придавало ей вид внешней строгости, так легко неправильно понимаемой теми, кто не был ей близок, - странной строгости, не смягченной каким-либо искусственным усилием".

Мария и Пьер Кюри теоретически объяснили и детально исследовали естественную радиоактивность, которую впервые заметил Анри Беккерель. Они открыли новые элементы - полоний и радий.

Ирэн Кюри и Фредерик Жолио, ученик Марии Кюри и с 1926 года ее зять, продолжили труд Марии и Пьера. В 1934 году они открыли искусственную радиоактивность при обстреле алюминия и бора альфа-частицами: научный подвиг, который уже через год нашел достойное признание в присуждении Нобелевской премии по химии. После того как Отто Ган открыл расщепление ядра, Жолио-Кюри доказал появление цепной реакции открытие, ставшее одной из важнейших предпосылок практического использования энергии атомного ядра.

Ирэн Жолио-Кюри унаследовала наряду с высокой умственной одаренностью силу характера и нравственные качества своих

родителей. Она была непреклонна в своей любви к правде. Входя в правительство в период Народного фронта, она доказала, что готова сменить физическую лабораторию на политическую деятельность, если это принесет пользу общественному прогрессу.

Ирэн разделила судьбу своей матери. Она умерла в 1956 году, не дожив до шестидесяти лет, не столько в результате длительной работы с радиоактивными препаратами, сколько из-за обслуживания рентгеновских аппаратов во время первой и второй мировых войн.

Значение деятельности Фредерика Жолио-Кюри, который пережил спутницу своей жизни всего на два года, безусловно, выходит за пределы физики. Иоффе назвал его "продолжателем дела Коммуны". Как антифашист и член Французской коммунистической партии с 1942 года он участвовал в борьбе французских патриотов против гитлеровских оккупантов.

После войны Жолио-Кюри во главе всемирного движения за мир боролся за запрещение атомного оружия и взаимопонимание между народами. Из-за его политических взглядов он был отстранен в 1950 году от руководства государственным управлением атомной энергии и от управления ядерным реактором, создателем которого он был. В 1951 году ученый был удостоен Международной Ленинской премии мира.

Вальтер Фридрих так охарактеризовал значение деятельности многолетнего председателя Всемирного Совета Мира: "Фредерик Жолио-Кюри был одним из тех великих ученых, которые открыли перед человечеством дорогу в атомный век, и одновременно он принадлежал к тем людям, которые первыми поняли, что этот новый век настоятельно требует новых форм международной жизни и отношений между людьми. Как физик, он творчески использовал знания и опыт своих предшественников. Как президент Всемирного Совета Мира, он шел тем же путем, так же служа, хотя и в иной области, гуманистическим целям".

Столь же последовательный путь

политического развития, как Фредерик Жолио-Кюри, прошел и его учитель Поль Ланжевен.

Будучи противником войны и реакции, этот известный физик, друг Эйнштейна, стал коммунистом, открытым сторонником марксистского мировоззрения. "Чем дальше я продвигаюсь в познании, тем больше становлюсь коммунистом", - говорил он. На одном из международных конгрессов, как свидетельствует Иоффе, он сделал заявление: "Нет другого пути понять ядерную физику, помимо диалектического материализма". Узнав о смерти Ланжевена, Эйнштейн писал: "Он был одним из самых дорогих для меня, истинно святых и к тому же высокоодаренных людей".

В начале столетия Мария Кюри резко ответила на вопрос назойливого журналиста, что в науке нужно интересоваться вещами, а не личностями. Это было, очевидно, правильно в данной связи, но в целом не соответствовало действительности. "Для достижения величайших научных успехов требуется не только редкой меры одаренность, - писал крупный физик-атомщик Джеймс Франк, - но также редкой меры сила характера, терпение, мужество, необычайное правдолюбие и способность распознавать действительно существенное и концентрировать на нем свое внимание".

Именно Мария и Пьер Кюри, Ирэн и Фредерик Жолио-Кюри и Поль Ланжевен являются блестящим подтверждением того, сколь многое и в науке зависит от личностей: от силы характера, от сознания ответственности перед обществом и политической позиции людей, совершающих открытия. "Если бы европейские интеллигенты обладали даже небольшой частью силы характера м-м Кюри и ее преданности делу, Европу ждало бы более блестящее будущее", - сказал в 1934 году Эйнштейн в речи, посвященной ее памяти.

То, что спустя десять лет большая часть Европы превратилась в дымящиеся развалины и стала кладбищем для многих миллионов людей, произошло не по вине ученых. Но сегодня, когда ведение войны более, чем когда бы то ни было,

опирается на достижения физики, общим для всех гуманистически настроенных ученых должно быть стремление содействовать всеми силами окончательному изгнанию войны из сферы человеческих отношений.

Ученые "не хотят быть сообщниками тех, кому несовершенное социальное устройство общества дает возможность использовать результаты их работ в эгоистических и злонамеренных целях, - заявил Фредерик Жолио-Кюри в своей речи на первом Всемирном конгрессе сторонников мира в 1949 году в Париже. Будучи членами великой семьи трудящихся, они должны быть озабочены тем, как используются их открытия".

В приветственном послании, которое семь лет спустя, в июле 1956 года, Фредерик Жолио-Кюри направил XIV съезду Французской коммунистической партии, говорится: "Проблемы войны и мира перестали находиться в зависимости только от власти меньшинств, которым удавалось до сих пор под ложными предлогами вовлекать народы в бойни, несмотря на ужас, который все народы испытывают перед войной. Благодаря развернувшейся во всем мире борьбе за мир ныне в мире существует широкое общественное мнение, которое нельзя больше так легко обмануть. Оно стало уже большой силой, с которой нужно считаться при решении международных проблем".

Ученый закончил призывом к сторонникам мира во всех странах неуклонно продолжать борьбу за предотвращение новой мировой войны, всеми силами способствовать укреплению роли общественного мнения в вопросах мира и войны. Этот призыв великого физика и страстного противника атомной войны и сегодня так же жгуч и современен.

Макс Планк

Рождение представления о квантах

Началом атомного века можно считать лето 1945 года, когда было произведено первое техническое испытание атомного оружия в североамериканской пустыне и совершилось его преступное применение против крупных японских городов. Однако основы его были заложены за 45 лет до этого - 14 декабря 1900

года - в Германии, в Берлинском университете, где Макс Планк в аудитории Физического института сообщил членам Немецкого физического общества теоретическое обоснование своей формулы излучения.

Планк открыл элементарный квант действия, новую естественную константу, значение которой для физической картины мира можно сравнить только со значением константы скорости света. В исследовании атома постоянная Планка играет основополагающую роль. Ее открытие - эпохальное научное деяние, революция, величие которой нисколько не умаляется тем, что Планк стал революционером против собственной воли. Ошеломленный неожиданными с точки зрения классической физики последствиями своего открытия, он долгое время сопротивлялся признанию вытекающих из него следствий. Другие исследователи, менее, чем он, приверженные традиции, вскоре значительно обогнали его: это были прежде всего Альберт Эйнштейн и Нильс Бор.

Открытие элементарного кванта действия положило начало новой эпохе в физической науке. Оно показало, что тезис о бесконечной непрерывности всех природных процессов был заблуждением. Выяснилось, что в природе бывают изменения, которые происходят не плавно, а скачками, "взрывообразно", как сказал Планк. Представление о равномерном обмене энергией не могло больше считаться верным.

Следовало отказаться от принципа, который владел умами старых натурфилософов и со времен Лейбница и Ньютона был обязателен для всеобщей картины природы: "Natura non facit saltus" - "Природа не делает скачков". Созданное Лейбницем и Ньютоном исчисление бесконечно малых величин соответствовало этой физике континуума. В дифференциальных уравнениях Максвелла оно одержало еще одну большую победу. За семь лет до открытия Планка Генрих Герц в своей "Механике" подчеркнул значение этого принципа как обязательной основы любого исследования природы. Теперь же представление о непрерывности было разрушено.

Свое открытие, последствия и значение

которого во всем объеме выявились лишь позднее, Планк сделал, когда ему было более 40 лет. По сравнению с другими знаменитыми первооткрывателями он заявил о себе относительно поздно. Ньютон, Майер, Гельмгольц, Максвелл, Эйнштейн, Бор, Гейзенберг, Паули совершили свои эпохальные открытия в среднем между 25 и 30 годами жизни. Вильгельм Оствальд объявлял своего рода закономерностью то, что великие открытия совершаются молодыми исследователями. Однако это верно лишь относительно.

Возможность глубокого проникновения в природные явления зависит от стечения субъективных и объективных обстоятельств. Момент совершения естественнонаучного открытия существенно определяется общим развитием науки и социальных отношений. Для проявления даже богатейшей одаренности необходимы определенные объективные предпосылки. Слова Нернста, говорившего о создателе квантового учения, что он был человеком, которому в 40 лет пришла первая самостоятельная мысль, отражали лишь часть истины. Идея квантования лучистой энергии не могла быть выдвинута раньше конца столетия, когда физическая наука достигла определенного уровня своего развития.

Макс Планк к тому времени уже два десятилетия успешно вел исследования и преподавал. Он не сделал крупных открытий, но был автором ряда серьезных и интересных работ. В некоторых областях, прежде всего в теории теплоты, его заслуги были довольно значительны. Все его научное развитие до 1900 года предстает как своего рода всесторонняя и серьезная подготовка к открытию, которое ему удалось впоследствии совершить за несколько недель и которое сделало бессмертным его имя.

Сам Планк считал свои заслуги весьма скромными. В ответ на речи, произнесенные на торжественном заседании Немецкого физического общества в апреле 1918 года по случаю его 60-летия, он сказал: "Представьте себе горняка, который с напряжением всех своих сил ведет разведку благородной руды и которому

однажды попадается жила самородного золота, причем при ближайшем исследовании она оказывается бесконечно богаче, чем можно было предполагать заранее. Если бы он сам не натолкнулся на этот клад, то, безусловно, вскоре посчастливилось бы его товарищу". Далее Планк назвал целый ряд физиков, прежде всего Альберта Эйнштейна, Нильса Бора и Арнольда Зоммерфельда, благодаря работам которых кванты действия обрели свое значение.

Но если в разработке квантовой теории принимали участие многие исследователи, то ее происхождение связано только с именем Макса Планка.

Макс Планк родился 23 апреля 1858 года в Киле. В этом же году в Гейдельберге Роберт Бунзен и Густав Кирхгоф начали разрабатывать метод спектрального анализа, имевший громадное значение для дальнейшего развития физики и всего естествознания. Без этой подготовительной работы атомная теория, основывающаяся на знаменитом открытии Планка, была бы невозможна.

Как и Генрих Герц, родившийся годом раньше, Планк был сыном юриста. Его отец, профессор права, преподавал в университете Киля. Мать была родом из Грейфсвальда. Дед и прадед были знаменитыми теологами Гёттингенского университета; их предки - священниками, учителями и городскими писцами в Швабии.

Планк покинул родной город в девятилетнем возрасте, когда его отец был приглашен в Мюнхенский университет. Но он всегда считал Киль своей истинной родиной и признавал себя северогерманцем.

В" Мюнхене прошла счастливая юность Планка. В школе для него не существовало трудностей. Он, как и Герц, был первым учеником, высокоодаренным, трудолюбивым, обладавшим чрезвычайно развитым чувством долга. Его склонность к математике обнаружилась довольно рано, так же как и природные музыкальные способности. Любовь к музыке была так сильна, что он колебался между нею и естествознанием, когда после окончания школы перед ним встал вопрос о выборе

профессии. Однако победу одержала в конце концов физика. Но и в первые годы после переезда в Берлин он не сразу расстался с мыслью сменить профессию и стать пианистом.

Решение посвятить себя изучению физической науки Планк принял самостоятельно, вопреки попыткам преподавателя физики Мюнхенского университета отговорить 17-летнего юношу от вступления на академическое поприще. В публичной лекции, прочитанной в 1924 году в Мюнхене, Планк вспоминал: "Когда я начинал изучение физики и мой почтенный учитель Филипп фон Жолли рассказывал мне об условиях и перспективах моей учебы, он изобразил мне физику как высокоразвитую, едва ли не полностью исчерпанную науку, которая теперь, после того как ее увенчало открытие принципа сохранения энергии, близка, по-видимому, к тому, чтобы принять окончательную стабильную форму. Вероятно, в том или ином углу есть еще пылинка или пузырек, которые можно исследовать и классифицировать, но система как целое построена довольно прочно, и теоретическая физика заметно приближается к той степени законченности, какой, например, обладает геометрия уже в течение столетий".

Высказанный Жолли взгляд был выражением распространенного заблуждения. Он происходил из механистического представления о природе, господствовавшего в умах физиков того времени. Механика была, безусловно, высокоразвитой, зрелой наукой. Лишь немногие подозревали тогда - в 1875 году, - что другие области учения о природе, такие, например, как электродинамика, не могли разрабатываться дальше средствами, бывшими в ходу у механики. В те годы было еще очень далеко до взглядов на строение атома, которые стали привычными с конца 90-х годов после открытий Рентгена, Ленарда, Резерфорда и других и которые отбросили многие "бесспорные" положения физики.

Шесть семестров Макс Планк добросовестно занимался изучением математики и физики в Мюнхенском университете. Он ставил также эксперименты, единственные в своей жизни.

Наряду с этим Планк усиленно занимался музыкой был хормейстером в академическом певческом обществе, руководил оркестром и по праздникам играл в университетской церкви на органе. Среди великих музыкантов он особенно ценил Шуберта, Шумана и Брамса.

Как и Герц, год спустя Планк отправился для завершения образования в столицу империи: к Гельмгольцу и Кирхгофу, которые в конце 70-х годов вместе с Клаузиусом и Больцманом составили, как он позднее писал, плеяду германских физиков-теоретиков.

Лекции знаменитых исследователей не принесли ему, однако, "заметной пользы" судя по его воспоминаниям о них в "Научной автобиографии": "Гельмгольц, очевидно, никогда как следует не готовился к лекциям, говорил все время запинаясь, причем необходимые данные извлекал из небольшой записной книжки, к тому же постоянно ошибался у доски, а нас не покидало такое чувство, как будто ему самому эта лекция по меньшей мере так же надоела, как и нам. Вследствие этого число слушателей мало-помалу уменьшалось, в конце концов остались только три человека... В противоположность этому Кирхгоф читал тщательно отработанный курс лекций, в котором была взвешена и стояла на своем месте каждая фраза. Ни словом меньше, ни словом больше. Но в целом это действовало как нечто заученное наизусть, сухое и однообразное. Мы восхищались самим лектором, а не тем, о чем он говорил".

В отличие от Герца Планк в Берлине не работал в физической лаборатории. Он ограничился тем, что подробно записывал лекции, которые слушал у Гельмгольца, Кирхгофа и математика Вейерштрасса, и тщательно прорабатывал их дома. Об этом свидетельствуют сохранившиеся конспекты лекций.

Начинающий физик-теоретик в 70-е годы был еще в значительной мере предоставлен самому себе. Основы он должен был выучить по книгам. Наибольшую пользу наряду с трудами Гельмгольца и Кирхгофа принесли Планку работы по термодинамике Клаузиуса, пионера в области

теории теплоты. Сочинения этого крупного исследователя привлекали Планка также ясностью и убедительностью изложения.

В Берлине Планк провел только два семестра. Летом 1878 года он возвратился в Мюнхен. В том же году он сдал государственный экзамен на право преподавания математики и физики в высшей школе, хотя " не имел намерения заниматься деятельностью подобного рода. В возрасте 21 года он стал доктором философии, представив к защите диссертацию "О втором законе механической теории теплоты".

Позднее Планк вспоминал о своем докторском экзамене со смешанным чувством. Он, собственно, выдержал экзамен с высшей оценкой ("summa cum laude"), но один из экзаменаторов, Адольф фон Байер, последователь Либиха, отнесся к нему крайне пренебрежительно, дав понять, что считает теоретическую физику совершенно пустой наукой.

Известный химик, позднее получивший Нобелевскую премию за свои открытия в химии красителей, он принадлежал к сугубо эмпирически настроенным естествоиспытателям, которые отбрасывали как "спекуляцию" все, что выходило за пределы непосредственно доказуемых опытных данных. К подобного же рода эмпирикам принадлежал Роберт Бунзен, отклонявший атомную гипотезу и даже к периодической системе элементов долгое время относившийся с сомнением.

Эта позиция, особенно характерная для многих немецких естествоиспытателей, исторически вполне объяснима. Она возникла как противодействие экзальтированной идеалистически-спекулятивной натурфилософии, которая господствовала во времена романтизма и препятствовала развитию исследований природы Германии в противоположность Франции, где были живы материалистические традиции эпохи Просвещения.

В докторской диссертации Планка рассматривался вопрос о необратимости процессов теплопроводности. Молодой исследователь дал первую общую формулировку закона энтропии, который был в 60-е годы

установлен Рудольфом Клаузиусом и Вильямом Томсоном.

Энтропия, не поддающаяся наглядному представлению количественная характеристика состояния, определяющая степень необратимости энергетических превращений, имеет фундаментальное свойство: возрастать при любом физическом процессе. Своей наибольшей величины она достигает при состоянии теплового равновесия замкнутой системы. Поэтому она может быть использована как своего рода указатель направления природных процессов.

Формулировка Планка: "Никаким способом нельзя процесс теплопроводности сделать полностью обратимым" - выходит за пределы данного Клаузиусом определения понятия энтропии. Он творчески обобщил понятие энтропии, преобразовав его в научную абстракцию, применимую также и к состоянию неравновесия. То, что он с самого начала поставил вопросы энтропии в центр своих исследований, решающим образом содействовало созданию квантовой теории.

Первая работа Планка, которая далеко обогнала развитие науки, была либо не замечена, либо отвергнута физиками-современниками. "Впечатление, произведенное этим трудом на тогдашнюю научную общественность, было равно нулю", - вспоминал Планк через 60 лет в своей научной биографии.

Гельмгольц, которому он посылал статью, вероятно, не просмотрел ее. Кирхгоф, работавший в этой области, читал ее внимательно, однако отверг ход размышлений Планка как ошибочный. Наконец, Клаузиус, труды которого были наиболее близки Планку и который своими сочинениями непосредственно побудил его к изучению энтропии, не ответил ни на одно из его писем. Попытка лично встретиться с ученым в Бонне не удалась и не была повторена.

Как позднее писал Планк, у его мюнхенских учителей также не было глубокого понимания направления его исследований; они лишь потому одобрили его диссертацию, что знали его успехи по практикуму и семинарам.

Но юный исследователь был так твердо убежден в правильности своего пути и правомерности своих выводов, что не поддался разочарованиям и не утратил мужества. Уже через год после защиты он получил право преподавания теоретической физики, представив работу "Состояния равновесия изотропных тел при различных температурах". Это опять было исследование, посвященное взаимодействию теплоты и механической энергии.

Пять лет Планк преподавал в Мюнхене в качестве приват-доцента. Он жил в доме своих родителей. Никаких свидетельств об успехе его преподавательской деятельности до нас не дошло, вряд ли он был большим, чем успех Герца в Киле или, позднее, Эйнштейна в Берне. Лекции преподавателей, которые не принимали экзаменов, обычно посещались лишь несколькими студентами, да и то нерегулярно. Молодой ученый использовал время для разработки цикла лекций по теоретической физике. Он также принял участие в академическом конкурсе, после которого в 1887 году была опубликована его первая книга.

Наряду с наукой Планк занимался музыкой и - воодушевленный близостью Альп - альпинизмом. Музыка и альпинизм до глубокой старости были для него необходимым противовесом напряженной теоретической деятельности. Планк покорил многие труднодоступные вершины Альп. В возрасте 80 лет он поднялся на Большого Венецианца в Высоких Татрах. Сохранилась фотография 84-летнего Планка на трехтысячнике в Восточном Тироле.

Но страстный альпинист не оставлял без внимания и равнину. В Берлине Планк еженедельно совершал продолжительные пешеходные прогулки в окрестностях города. В пригородных местечках "тайный советник Планк" в вязаных гамашах и с рюкзаком был привычным явлением. Его вторая жена первая умерла в 1909 году - была его постоянной спутницей в таких прогулках.

В возрасте 27 лет Планк стал профессором теоретической физики в университете своего родного города Киля. До этого он, по совету

Гельмгольца, отклонил приглашение в Высшую лесотехническую школу. Там он так же мало смог бы заниматься исследованиями, как и Рентген десять лет назад в Высшей сельскохозяйственной школе в Гоенгейме. Весной 1885 года, через несколько недель после ухода Генриха Герца, он получил ту экстраординарную профессуру, которой два года напрасно дожидался Герц.

В Киле Макс Планк работал восемь семестров. Здесь он женился на подруге юности, дочери мюнхенского банкира.

Самой значительной его публикацией этого периода стала книга "Принцип сохранения энергии", которая была отправлена на конкурс философского факультета Гёттингенского университета и получила премию. С точки зрения теории познания примечательно, что Планк тогда - как он сообщил в 1910 году - принадлежал к "решительным сторонникам философии Маха".

Своим отрицанием "гипотетически-вымышленной физики" Эрнст Мах оказал сильное воздействие на образ мыслей молодого поколения физиков: на Генриха Герца и Макса Планка, а спустя десять лет - на Альберта Эйнштейна. "Механика" Маха вышла в свет в 1883 году, его книга "Анализ ощущений" появилась в 1886 году, в период профессуры Планка в Киле.

Эти и другие работы Маха, несмотря на серьезные и принципиальные философские ошибки, внесли свой вклад в борьбу физиков тех лет с отжившим свой век механистическим подходом к явлениям природы.

Деятельность Планка как педагога получила высокую оценку. Перед его приглашением в Берлин коллеги, дававшие ему характеристику, отзывались о нем в высшей степени благоприятно Так, химик Альберт Ладенбург ответил на запрос Берлинского философского факультета, что Планк читает лекции очень ясно и свободно. "Вместе с тем он приятный человек, - говорится дальше, - я к нему очень расположен, и мне было бы жаль, если бы мы его потеряли, так как он к тому же хороший музыкант и отличный пианист". В другом отзыве Планк

аттестован как "очень добросовестный и успешно работающий доцент", который в высшей степени тщательно готовит свои лекции. "Студенты охотно слушают его, он умеет их заинтересовать"

В рекомендации для Берлинского университета Гельмгольц писал, что Планк в своих работах показал себя как "человек оригинальной мысли, идущий собственным путем. Его работа о законе сохранения энергии, увенчанная премией в Гёттингене, и отдельные работы в других отраслях математической физики свидетельствуют, что у него широкий взгляд на различные разделы этой науки".

Философский факультет Берлинского университета пригласил экстраординарного профессора теоретической физики из Киля на ту же должность в качестве преемника Кирхгофа, умершего в 1887 году. Планк начал работать в Берлине с января 1889 года. Он, собственно, был третьим, кого приглашали на это место Но Больцман, крупнейший из писавших на немецком языке физиков-теоретиков того времени, решительно отказался от переезда в Берлин, а Генрих Герц, приглашенный вторым, предпочел Бонн.

Отныне Планк работает вместе с Гельмгольцем, лекции которого были так скучны для него, но которым он всегда восхищался как исследователем. О первом времени своего пребывания в Берлине он писал в автобиографии: "Это были годы, в течение которых я испытал, пожалуй, сильнейшее расширение всего своего научного кругозора. Это было потому, что я непосредственно общался с людьми, занимавшими тогда ведущее положение в мировых научных исследованиях. Таким человеком был прежде всего Гельмгольц. Я узнал его и с общечеловеческой стороны и столь же высоко оценил его в этом, как уже издавна - в научном отношении. Вся его личность, неподкупность суждений, скромный характер воплощали в себе достоинство и истинность науки".

Начало, однако, было не совсем удачным. Доклад о проблеме термодинамики, который

Планк читал на заседании Физического общества, не имел успеха. Когда была объявлена дискуссия, никто не попросил слова. Только председатель, берлинский физиолог Эмиль Дюбуа-Реймон, один из основателей Физического общества, пользовавшийся большим уважением среди его членов, сделал несколько критических замечаний об изложенной Планком теории.

"В целом это было холодным душем на мое разгоряченное воображение, писал Планк в своих воспоминаниях. - Я шел домой несколько удрученный, однако скоро утешился мыслью, что хорошая теория добьется признания и без искусной пропаганды. Так, естественно, произошло и в этом случае".

О том, как упорно занимался Макс Планк в первые берлинские годы вопросами теории теплоты, свидетельствует его доклад "Общие вопросы новейшего развития теории теплоты" на конференции естествоиспытателей в Галле в 1891 году. Выступления Планка имеют непреходящее значение для истории науки, они и сегодня читаются с интересом Планк, работавший в то время в области электро- и термохимии, по достоинству оценивал крупные заслуги в обосновании и построении новейшей физической химии, принадлежащие Вант-Гоффу, Аррениусу, Оствальду и Нернсту.

Через три года после приглашения в Берлинский университет Планк был назначен ординарным профессором. Вскоре после этого, в 1894 году, его по предложению Гельмгольца и Кундта избрали действительным членом физико-математического отделения Прусской Академии наук, причем не обошлось без голосов, поданных против. При тайном голосовании в урну было опущено четырнадцать белых и шесть черных шаров. С 1912 года ученый четверть века был постоянным секретарем физико-математического отделения Академии, в числе членов которой он состоял в общей сложности 35 лет.

Планк поддерживал связи не только с узким кругом коллег: среди его друзей был, например, знаменитый историк и исследователь древности Теодор Моммзен, первый немецкий лауреат Нобелевской премии в области литературы.

После смерти Кундта и Гельмгольца в 1894 году Планк становится самым известным из берлинских физиков и, с начала столетия, ведущим теоретиком среди физиков Германии. Уже в конце 90-х годов в одном из документов отмечается, что Планк "обладает в настоящий момент среди представителей математической физики, вероятно, самым большим научным авторитетом и пользуется признанием как преподаватель". Однако Планк решительно отвергал любое сравнение с Гельмгольцем, который на протяжении десятилетий считался главой немецких физиков. Обычно, когда его пытались сравнивать с "рейхсканцлером науки", он возражал: "Я не Гельмгольц".

К первым годам его пребывания в Берлине относится первый научный спор: дискуссия по поводу "энергетики".

Планк выступил против точек зрения, которые представляли и пропагандировали в Германии дрезденский математик Георг Гельм и прежде всего физико-химик Вильгельм Оствальд. Непосредственным поводом для его выступления послужил доклад "Преодоление научного материализма", который Оствальд прочел в Любеке на конференции естествоиспытателей осенью 1895 года.

Оствальд дал в нем обобщенное изложение своего энергетического взгляда на природу, который в тот момент ограничивался основами физики и химии и не претендовал еще на то, чтобы стать философской системой, охватывающей все сферы жизни, как это произошло в "Лекциях по философии природы" (1901) и в более поздних произведениях, прежде всего в "Философии ценностей" (1913).

Принадлежа к числу естествоиспытателей, интересующихся основными гносеологическими вопросами естествознания, Оствальд еще до переворота, произведенного открытием рентгеновских лучей, осознал, что механистическая картина мира уже недостаточна для толкования открытых в природе связей. В поисках выхода из трудностей он решил, что понятие "субстанция", основное понятие

механистического материализма, должно быть вытеснено понятием "энергия". Он считал, что все законы естествознания могут быть выведены из энергетических законов. Нечеткое использование понятия энергии позволило ему - чисто внешне - сгладить "дуализм" вещества и духа, материи и сознания. Таким образом, материализм и идеализм также, казалось, были преодолены.

Все изложенное Оствальдом его коллегам в 1895 году было в основном разновидностью старого, додиалектического материализма, сдобренного некоторыми идеалистическими приправами. Вместо материальной субстанции в центре картины природы стояла энергия, толкуемая Оствальдом в основном материалистически; мир был для него энергией в пространстве и времени. Позднее в "Натурфилософии" Оствальда под влиянием Канта и Маха идеалистические черты выявились сильнее, не став, однако, господствующими.

В бурных выступлениях, последовавших за докладом в Любеке, физики почти единодушно возражали против энергетических взглядов. Больцман и Планк наиболее резко выступили против взглядов Оствальда. Доводы, высказанные устно, Планк вскоре обобщил в статье "Против новейшей энергетики".

Планк не отрицал, что энергетика - будучи связанной с законом сохранения энергии - содержит "определенное здоровое зерно", но считал провозглашенное Оствальдом энергетическое понимание явлений природы роковым заблуждением и возражал против притязания энергетики быть единственно верным толкованием природных процессов. Прежде всего он упрекал энергетику в том, что она скрывает фундаментальное противоречие между обратимыми и необратимыми процессами, с разработкой и углублением которого, по его убеждению, был связан любой прогресс в термодинамике и теории химического сродства.

Планк был непреклонен в своем отпоре энергетическим спекуляциям, и в главном он был прав Восемнадцатью годами позднее Эйнштейн присоединился к этой отрицательной оценке

энергетики. Ссылаясь на статьи Планка, он писал в 1913 году: "Для каждого сторонника подлинно научного мышления чтение этой острополемической заметки является вознаграждением за досаду, испытанную им при чтении тех работ, против которых в ней ведется борьба".

В вопросе об атомизме, который до 1908 года рассматривался Оствальдом как ненаучная теория, Планк не был тогда противником главы энергетической школы. Как и многие естествоиспытатели старшего поколения, например Роберт Бунзен или Эрнст Мах, Планк в то время относился к атомизму с глубоким недоверием. Его мнение изменилось лишь в начале века, когда он теоретически обосновал свою формулу излучения.

В своих классических исследованиях теплового излучения, которые он начал в 1896 году, Планк опирался на результаты работ многих немецких физиков. Теория теплового излучения, по словам Лауэ, от начала до конца "made in Germany". В числе первых исследователей этого явления следует назвать Густава Кирхгофа, который в 1860 году в учении о тепловом излучении выдвинул термодинамические идеи и особенно подробно занимался проблемой "черного излучения", излучения абсолютно черного тела.

Кирхгоф сумел доказать, что в закрытом со всех сторон пустом пространстве возникает состояние излучения, которое зависит не от особенных признаков содержащихся в нем тел, а только от их температуры. Исследование проблемы этого излучения в закрытом пространстве, к которому могут быть сведены все вопросы теплового излучения, вскоре, выступило на первый план во всех исследованиях излучаемой теплоты.

Физик Вилли Вин, в то время еще ассистент Имперского физико-технического института и приват-доцент Берлинского университета, попытался в 1896 году разрешить эту проблему посредством закона излучения. Он добился важного, хотя и неполного успеха, который стал последней ступенью на пути к квантовой теории.

"И бессмертной заслугой Вилли Вина, - писал Макс фон Лауэ, - остается то, что он довел физику непосредственно до ворот квантовой физики, а уже следующий шаг, который предпринял Планк, провел ее через эти ворота".

Исследуя распределение энергии в нормальном спектре излучаемой теплоты, Планк основывался на законе Кирхгофа для излучения в пустом пространстве и на законе излучения Вина. Таким путем он хотел подойти к своей цели гармонично и прочно связать теорию теплоты и учение Максвелла - Герца об электричестве. Лишь позднее благодаря своему собственному открытию Планк понял, что на почве классической физики невозможно построить мост между этими двумя теориями.

Исходным пунктом для эпохального открытия Планка послужили опыты, поставленные в конце 90-х годов Отто Луммером и Эрнстом Прингсгеймом в Имперском физико-техническом институте с целью более точного определения излучения черного тела. Важное и в конечном счете решающее значение для теоретического обоснования квантовой формулы Планка имели результаты измерений, которые были получены там же Генрихом Рубенсом и Фердинандом Курлбаумом при экспериментах с излучением длинных волн, в особенности с инфракрасным остаточным излучением полевого шпата и каменной соли.

19 октября 1900 года Курлбаум сообщил об этих опытах Физическому обществу в Берлине. Результаты экспериментов не соответствовали установленной Вином формуле излучения, которая была пригодна для коротких волн и низких температур. Планк, узнав о результатах опыта Рубенса и Курлбаума за несколько дней до заседания, в заранее подготовленном дискуссионном замечании предложил новую формулу излучения, которая, как он считал, помогла устранить выявившиеся несоответствия.

Замечания Планка были опубликованы в "Сообщениях Немецкого физического общества" под заголовком "Об улучшении спектрального уравнения Вина". Маленькая, всего на три страницы, статья в методическом отношении

несет на себе отпечаток становления открытия. Данная в ней формула излучения была при длинноволновом излучении и высоких температурах справедлива для опытных данных Курлбаума и Рубенса; при коротких волнах и низких температурах она переходила в закон Вина, который тем самым получал характер ограниченного закона.

Проверка уравнения Планка подтвердила полное совпадение его с данными опытов. Рубенс ночью, сразу же после заседания, тщательно сверивший новую формулу излучения с имеющимися результатами измерений, мог сообщить об этом Планку уже на следующее утро.

Планк нашел свою формулу полуэмпирическим путем, благодаря своему несравненному чутью в термодинамике. Он сам рассматривал ее как "удачно угаданную промежуточную формулу". Теперь дело было за ее теоретическим обоснованием.

В процессе этой работы, которую он позднее назвал самой тяжелой в своей жизни, Планк пришел к ошеломляющему выводу. Он обнаружил, что его уравнение, которое со всей очевидностью верно отражало действительность, было справедливым только при одном совершенно новом представлении, а именно при допущении, что в процессах излучения энергия может быть отдана или поглощена не непрерывно и не в любых количествах, а лишь в известных неделимых порциях - в "квантах".

Сумма энергий этих мельчайших порций определяется через число колебаний соответствующего вида излучения и универсальную естественную константу, которую Планк ввел в науку под ставшим знаменитым символом h. Он назвал эту постоянную величину "элементарным квантом действия", или "элементом действия". Сегодня ее чаще всего называют постоянной Планка. Ее числовое значение он определил еще за полгода до этого, в другой связи, на основании измерений Луммера и Прингсгейма.

Теоретическое обоснование и разработка "удачно угаданной" формулы излучения заняли

примерно столько же времени, сколько пять лет назад понадобилось Рентгену, чтобы в исчерпывающей форме описать свое случайное наблюдение 8 ноября 1895 года и вывести из него закономерность. Поскольку Планк теперь безоговорочно принял отстаиваемую Больцманом атомистическую точку зрения и статистическую теорию теплоты, он пришел к атомистическому обоснованию своего закона излучения и к представлениям гораздо более широким, чем те, которые сложились при первом подходе. Каким путем пришел ученый к окончательному результату, осталось неизвестно. Подобно Гауссу и Рентгену, Планк всегда неохотно говорил о применяемых методах и промежуточных ступенях своего исследования. "Многократно запутанную дорогу", по которой он шел к вычислению и обоснованию своей константы, он описал не более детально, чем Рентген события ночи, в течение которой он сделал свое открытие.

14 декабря 1900 года на заседании Немецкого физического общества в Институте им. Гельмгольца на Рейхстагуфер Макс Планк сообщил о своем революционизирующем открытии. Его выводы на девяти страницах вскоре появились в печати под заголовком "К теории закона распределения энергии в нормальном спектре".

Планк описал "новый, совершенно элементарный метод", благодаря которому, "не зная формулы спектра или же какой-либо теории, можно количественно вычислить с Помощью одной естественной константы распределение данного количества энергии по отдельным цветам нормального спектра и затем посредством второй естественной константы - по температуре этого излучения энергии".

Первая константа природы - элементарный квант действия h. Другая, также впервые рассчитанная Планком и обозначенная им через k константа природы получила гражданство в физике под именем "константы Больцмана", хотя сам Больцман такую константу не предлагал и не задавался вопросом о ее числовом значении.

Если введение кванта действия еще не создало настоящей квантовой теории, как

неоднократно подчеркивал Планк, то все же 14 декабря 1900 года был заложен ее фундамент. Поэтому в истории физики этот день считается днем рождения квантовой теории. Поскольку понятие элементарного кванта действия служило в дальнейшем ключом к пониманию всех свойств атомной оболочки и атомного ядра. 14 декабря 1900 года следует рассматривать как день рождения всей атомной физики и как начало новой эры естествознания.

Для старой атомной физики квантовая формула Планка также была важна. Она позволила точно определить абсолютную величину атома и установить первое достоверное значение предложенного в 1895 году австрийским физиком Лошмидтом числа, с помощью которого можно было определять количество атомов в грамм-атоме, то есть в массе, соответствующей атомному весу. Только после открытия Планка можно с достоверностью говорить, каким "весом" обладают атомы. "В этом, - писал Гейзенберг, - первый неоспоримый большой успех теории Планка".

Измерения в Имперском физико-техническом институте, на которые Планк опирался в своих теоретических обобщениях, исходили из практических потребностей. Немецкая промышленность по производству ламп накаливания в то время начала сильно расширяться. Она нуждалась в точных научных основах для изготовления источников света с возможно более высокой светоотдачей. Мощность старых угольных ламп была ограничена, эти лампы не могли успешно соперничать со все еще преобладающими газовыми осветительными приборами. Решению вопроса могли способствовать только коренные изменения. К числу таких работ принадлежали также эксперименты, результаты которых послужили Планку исходным пунктом в его рассуждениях и вычислениях.

Открытие элементарного кванта действия и обоснование квантовой теории в известной мере можно считать побочным теоретическим продуктом берлинской ламповой промышленности начала века. В связи с этим

нельзя не вспомнить мысль Фридриха Энгельса, высказанную им в письме 1894 года: "Если у общества появляется техническая потребность, то это продвигает науку вперед больше, чем десяток университетов". В данном случае у общества была техническая потребность, и она действительно оказала могущественное воздействие на науку, правда не без помощи физика, который преподавал и занимался научными исследованиями в одном из крупнейших университетов того времени.

Макс Планк, обнаружив пробел в классической физике, впоследствии искал возможность согласовать свое открытие с классической картиной мира. Даже десять лет спустя он советовал применять квант действия в теории "по возможности консервативно" и производить в существующем до сих пор здании теории только те изменения, которые совершенно необходимы. На закате жизни в работе "К истории физического кванта действия" он признал, что много лет подряд пытался снова и снова "как-нибудь встроить квант действия в систему классической физики", однако это ему не удалось.

Элементарный квант действия упорно сопротивлялся всем попыткам ввести его в обиход физики при сохранении существующих научных положений. Он взрывал традиционные представления о природных процессах. Он выступал, по словам Луи де Бройля, как "возмутитель спокойствия". Он принуждал физиков радикально переосмыслить основные вопросы их науки.

Сам Планк, по выражению Шрёдингера, квантовую теорию "исторг из души в тяжелой интеллектуальной борьбе" и ступал по новому пути очень осторожно. Его целью была единая, замкнутая в себе физическая картина мира. Теперь он почти с ужасом обнаруживал, что его собственное открытие угрожает как раз этому единству и гармонии в самой их основе.

Отклик на открытие Планка, великое значение которого спустя 20 лет было отмечено присуждением Нобелевской премии, был поначалу очень слаб. Несмотря на то что

квантовая гипотеза гораздо глубже и основательней подрывала естественнонаучную картину мира, чем открытие Герца или Рентгена, публикации Планка не сразу и не везде привлекли внимание специалистов.

Примером может служить "Справочник по истории естествознания и техники" Людвига Дармштедтера. В вышедшем в 1908 году втором издании этого обширного справочника, где подробно перечислены 120 открытий и находок во всем мире за 1900 год, имя Планка вообще не упоминается.

Хотя физики начала столетия в известной мере интересовались представлением Планка о квантах, они встречали его с глубоким недоверием. В лучшем случае его считали рабочей гипотезой. На первом Сольвеевском конгрессе в Брюсселе в 1911 году, где Планк делал доклад "Законы теплового излучения и гипотеза элементарного кванта действия", Анри Пуанкаре весьма отрицательно высказался об идеях Планка. То, что Арнольд Зоммерфельд, который вскоре после этого стал одним из создателей классической квантовой теории, держал себя "по меньшей мере нейтрально", как сказал Макс Планк в застольной речи на праздновании своего 80-летия, было исключением, и Планк воспринял этот нейтралитет как "определенную поддержку".

Первым физиком, который восторженно принял открытие элементарного кванта действия и творчески развил его, был Альберт Эйнштейн, тогда еще эксперт Патентного бюро в Берне.

Эйнштейн в 1905 году перенес гениальную идею квантованного поглощения и отдачи энергии при тепловом излучении на излучение вообще и таким образом обосновал новое учение о свете. В квантовой теории света классическая волновая теория и классическая корпускулярная теория света были в диалектическом смысле "сняты" и на более высокой ступени развития слились воедино.

Представление о свете как о дожде быстро движущихся квантов было чрезвычайно смелым, почти дерзким шагом, в правильность которого вначале поверили лишь немногие. И прежде

всего с расширением квантовой гипотезы до квантовой теории света был не согласен сам Планк. Но именно квантовая теория света позволила простейшим образом объяснить ряд физических явлений, считавшихся загадочными, например фотоэлектрический эффект. Эйнштейн расчистил дорогу квантовому представлению Планка.

Вместе с тем Планк был одним из первых физиков, которые сразу же признали теорию относительности Эйнштейна гениальным скачком вперед и выступили в ее защиту.

Работа Планка "Принцип относительности и основные уравнения механики" была его вкладом в создание релятивистской механики. Особенно он восхищался тем, что теория относительности преодолела ньютоновское понятие времени. Эйнштейновское представление о времени, сказал он в 1909 году в лекции, прочитанной в Нью-Йорке, превосходит по смелости, "вероятно, все, что до сих пор было достигнуто в теоретическом естествознании и Даже в философской теории познания". Такие высокие оценки у Планка очень редки.

В плане истории науки примечательно, что Планк настойчивее Эйнштейна стремился проследить и выявить в положениях теории относительности абсолютное. Прежде всего он видел его в скорости света, величине постоянной, которая в классической физике обладала лишь ограниченным и подчиненным значением. В теории относительности Эйнштейна она получила абсолютный смысл: как верхняя граница скорости распространения любого действия. "Как квант действия в квантовой теории, - писал Планк в автобиографии, - так и скорость света в теории относительности являются абсолютными центральными пунктами".

Еще раньше Планк, который всегда и везде искал абсолютное, обращал внимание на то, что теория относительности не устраняет из мира абсолютное, но только переносит его дальше назад: в ограниченность четырехмерного пространственно-временного континуума, возникающего из того, что посредством скорости света пространство и время сливаются в единое

целое. Эта ограниченность должна быть "чем-то самостоятельным, независимым от какого бы то ни было произвола и потому абсолютным".

В своем подходе к учению Эйнштейна о пространстве и времени как к абсолютной теории Планк является предшественником того толкования специальной теории относительности, которое в последние годы разрабатывается некоторыми советскими математиками и физиками.

Через десять лет после открытия элементарного кванта действия Планк обновил свою квантовую гипотезу в работе "Теория теплового излучения". В этой второй редакции он ее существенно ограничил. Чтобы обеспечить неприкосновенность основных положений максвелловской электродинамики, которые сохранялись и при точнейших оптических измерениях, он предложил рассматривать как квантовый процесс только испускание тепловых лучей, а их поглощение, напротив, как совершенно непрерывный процесс, протекающий по законам классической динамики.

Это был упорядоченный отход на среднюю линию, уступка старой физике, вслед за которой Планк допустил еще одну, значительно большую. Эти уступки отражали сомнения, не покидавшие создателя квантовой теории даже через десять лет после ее выдвижения. Сомнения в реальности кванта действия исчезли лишь после экспериментов Джеймса Франка и Густава Герца (1913) с образованием света в процессе захвата электронов, когда стало возможным непосредственно измерить квант действия. Начался победный путь атомной модели Бора. Таким образом, сомнения Планка относительно первой редакции его квантовой гипотезы стали беспредметными и все ограничения оказались ненужными.

Еще до возобновления споров вокруг квантовой теории Планк начал свою вторую великую научную битву. Пятнадцать лет назад он ожесточенно боролся против энергетического представления о природе, провозглашенного главным образом Оствальдом. Теперь он с той же непримиримостью выступил против

позитивистской гносеологии, которая обрела своего глашатая в лице Эрнста Маха.

Критика теории познания Маха содержится в двух работах: в докладе, который Планк сделал в конце 1908 года в Лейденском университете на тему "Единство физической картины мира", и в статье "К маховской теории физического познания", написанной в 1910 году в ответ на статью Маха, в которой делалась попытка отвести упреки Планка.

В докладе для голландского университета, состоявшемся по инициативе Лоренца, Планк впервые подошел к рассмотрению основных философских проблем. От предыдущих десятилетий его научной деятельности не осталось каких-либо высказываний по теории познания.

Энергетическая дискуссия 1895 года была со стороны Планка главным образом спором специалиста-физика о методе. Лишь со вступлением в философский возраст - так Платон называет период после 50 лет - великий физик в своих работах начал уделять внимание и мировоззренческим вопросам. До конца своей жизни он вновь и вновь возвращался к этой области.

Возражения Планка Маху в существенных моментах перекликаются с ленинской критикой махизма как субъективно-идеалистического мировоззрения. В "Материализме и эмпириокритицизме" Ленин разоблачает махизм как "путаницу, смешение материализма с идеализмом". Естественно, Планк в своей критике исходил из иных точек зрения и иной классовой позиции, чем Ленин, и его выступление имело другие побудительные причины, но во многом его критика была созвучна ленинской.

Ленин упрекал Маха в том, что в своей борьбе против механистического материализма он вместе с водой выплеснул из ванны и ребенка, что, отбрасывая ставшие несостоятельными старые представления о материи, он вообще отрицает объективную реальность. Планк утверждал, что Мах заходит слишком далеко, что, стремясь разоблачить механистическую картину мира, он обесценивает и его физическую

картину.

Ленин задавал махистам разоблачающий вопрос: "Существовала ли природа до человека?" Планк писал: "Имеем ли мы разумные основания утверждать, что принцип сохранения энергии существовал в природе еще тогда, когда ни один человек не мог думать о нем, или что небесные тела будут по-прежнему двигаться согласно закону тяготения и после того, как Земля со всеми ее обитателями разлетится в куски?"

Сходны с ленинскими и доводы Планка против принципа "экономии мышления", поставленного Махом в центр теории науки. За десять лет до этого Планк в докладе перед математиками утверждал, что при становлении максвелловской теории электричества принцип экономии, в том смысле, как его понимает Мах, праздновал "одну из своих блестящих побед". Теперь он не разделял этого взгляда. Он писал, что соображения "экономические" были, вероятно, последними из того, что поддерживало таких исследователей, как Коперник, Кеплер, Ньютон, Гюйгенс или Фарадей, в их борьбе против отсталых воззрений и против незыблемых авторитетов, в гораздо большей степени здесь проявилась их несокрушимая вера в реальность созданной ими картины мира.

Защита материалистического взгляда на природу от субъективизма и идеализма была ценным вкладом в борьбу за научно обоснованное мировоззрение. Заслуги Планка здесь несомненны. Правда, в своей полемике с Махом он не проводил четких границ.

В годы, проведенные в Киле, Планк принадлежал к сторонникам философии Маха. Но в процессе своей исследовательской деятельности он признал неосуществимость маховской программы "свободного от метафизики" миропонимания. После этого он не желал более замечать, что влияние далеко не всех идей Маха было тормозящим, что в решающие моменты они во многих случаях стимулирующе действовали на развитие естествознания; это, по верному замечанию Гейзенберга, свидетельствует о глубокой противоречивости прогресса естественнонаучной

мысли в классовом обществе.

Спор между Планком и Махом является наглядным примером теоретико-познавательных дискуссий о методе в новейшей физике. Спор, который обе стороны вели с язвительной остротой, не позволяет, однако, рассматривать его как борьбу между материализмом и идеализмом, что было бы слишком грубым упрощением. Планк выступает и против идей Маха, ничего общего не имеющих с идеализмом.

Так, он утверждал, что с точки зрения физики совершенно неприемлема "упорно защищаемая" Махом мысль о том, что относительности всех трансляционных движений - всех движений, при которых тело перемещается, не оборачиваясь вокруг своего центра тяжести, - соответствует также относительность всех вращательных движений. Именно эта "совершенно неприемлемая" идея стала одним из главнейших источников общей теории относительности; она оказалась ценной по меньшей мере в эвристическом отношении, что неоднократно подтверждалось самим Эйнштейном.

Уже по этой причине Эйнштейн не соглашался с безоговорочным осуждением Маха. Он считал критику Планка "в высшей степени несправедливой" и осудил огульное отрицание Планком всех попыток своего австрийского коллеги выяснить теоретико-познавательные основы физики. "Я и сегодня не могу еще постичь, писал он Маху, - как Планк, которого я уважал больше, чем кого-либо другого, мог проявить столь малое понимание Ваших устремлений".

Первая мировая война оказалась для Планка, возглавлявшего ведущий немецкий университет, тяжелым испытанием. Он был неопытен в вопросах практической политики и действовал с позиции "благородной наивности", по меткому замечанию Лизы Мейтнер. При ясности побудительных причин собственных действий он чувствовал себя неуверенно, наблюдая борьбу крупной буржуазии за власть. Поэтому его политические прогнозы редко сбывались. Действительность, как сказал Лауэ, почти всегда оказывалась противоположной тому, о чем

"пророчествовал" Планк. Об этом же свидетельствует Эйнштейн, утверждавший, что Планк понимает в политике "не больше, чем кошка в "Отче наш"".

Летом 1914 года в Германии начался разгул националистических страстей. Со светских и церковных кафедр войну приветствовали как своего рода освобождение. Евангелистский теолог Дибелиус в 1916 году писал: "Свершилось! Невыразимая духота последних июльских недель 1914 года была развеяна освободительной грозой. Начало войны отмечено знамением великого божественного откровения. Бог явился немецкому народу! Немецкий народ через грозовые тучи войны увидел пылающие глаза живого бога, устремленные с неба на землю. Он узрел божественное откровение!"

Профессора Берлинского университета, задающего тон среди учебных заведений Германской империи, в большинстве своем считали своим патриотическим долгом собирать остальных немецких ученых под знамена военного воодушевления. Особенно усердствовали представители гуманитарных наук. Ноне остались в стороне и естествоиспытатели. Известный химик Фриц Габер завоевал себе печальную славу изобретателя газовой войны и создателя химического оружия.

Под давлением обстоятельств летом и осенью 1914 года в высказываниях Планка стали встречаться мысли и слова, которые сегодня неприятно поражают. Он говорил о "вздымающемся к небу пламени священного гнева". Он приветствовал день объявления войны как день, в который немецкий народ "вновь обрел" самого себя. Он возносил хвалы студентам и молодым ученым, "целыми толпами" покидавшим аудитории и институты, чтобы добровольно вступить в армию, заявляя, что смерть на поле боя - "драгоценнейшая из наград", которые может получить молодой ученый.

Конечно же, Макс Планк поставил свою подпись под воззванием 93 немецких интеллигентов в октябре 1914 года, под этим

печально известным свидетельством политической слепоты и беспомощности, о котором сатирик Карл Краус сказал, что до полной сотни подписавшихся не хватило лишь семи швабов (Игра слов: "Schwab" (разг.) - глупец.).

Подобно Рентгену и Эмилю Фишеру, Планк подписал это заявление, не ознакомившись предварительно с его содержанием. Впоследствии он глубоко сожалел об этом. В письме к Лоренцу он старается смягчить неприятное впечатление, которое произвела именно его подпись на многих ученых за границей. При этом он выразил надежду на то, что удастся уберечь сферу духовного и нравственного, которая лежит "по ту сторону борьбы народов".

Война для Планка была "мировым пожаром, разожженным стрелой молнии", которая ударила из "набежавших вдруг тяжелых политических туч". О социально-экономической подоплеке бойни народов, подготовленной империалистическими державами, Планк знал так же мало, как и большинство немецких профессоров. Он верил, что речь идет о справедливой борьбе в защиту святых ценностей нации.

Вскоре война, которую ученый благословлял с высоты академической кафедры, предстала перед ним во всей своей ужасающей реальности. В жестокой битве за Верден в мае 1916 года был смертельно ранен его старший сын.

Однако ни тяжелые личные переживания, ни картина продолжающегося безумного истребления людей не поколебали "патриотической" позиции Планка. В январе 1917 года - в разгар "брюквенной зимы", которая притушила пламя военного подъема среди широких масс, - он вновь выступил перед Академией с речью о немецкой чести, которую следует защищать, и о железной воле к победе. В апреле 1918 года, в дни празднования его 60-летия, снова вспоминали о "героях там, на фронте", которые борются за благо отечества.

Даже если принять во внимание, что Планк как представитель Берлинского университета и

Прусской Академии наук был вынужден пойти на определенный компромисс с милитаристскими настроениями, то ничто не принуждало его через четыре года после бесславного заката гогенцоллерновской монархии в своем докладе на конференции естествоиспытателей в Лейпциге выражать сожаление о том, что княжеские фамилии лишились трона и что "блистательная сухопутная и морская оборона" сломлена.

Это было продумано и сказано в духе и стиле прошедшей эпохи и отчетливо показало, как глубоко укоренились в сознании великого ученого недобрые политические предрассудки немецкой буржуазии и как мало он - в отличие хотя бы от Эйнштейна - понимал смысл преобразований, начавшихся в мире после Великой Октябрьской социалистической революции.

Планк не создал своей "школы", как Зоммерфельд в Мюнхене или Борн в Гёттингене. Кроме собственно учебных часов, он мало занимался со своими студентами. После лекции и семинара, которые обычно проводились в утреннее время, он покидал главное здание университета, поскольку ни один слушатель не обращался к нему с вопросами.

"Получилось так, - отмечал Макс фон Лауэ, - что у Планка было относительно мало докторантов. Он ожидал от них самостоятельности, которую он проявил в собственной диссертации". Но если Планк мало вникал в формальную сторону процесса развития своих учеников, то все же он был умелым воспитателем научной молодежи.

"Много поколений выросло у меня на глазах, - говорил он в день празднования своего 80-летия, - и я имею право сказать, что многие ученики с большими процентами вернули мне то, что я сумел дать им. Я могу назвать много имен, но не хочу произвести впечатление, что ставлю одних выше, других ниже. Одно имя я все же хотел бы здесь назвать - это Макс фон Лауэ, мой ближайший ученик, ставший не только знаменитым физиком, но и моим близким и верным другом. И еще одно имя я хотел бы назвать; это имя стоит особняком: Мориц Шлик,

который по завершении добротной диссертации по физике перешел в философию и позднее погиб в результате трагической случайности в Вене". Шлик, как известно, был основателем Венского кружка.

О Планке-лекторе интересное свидетельство оставил один из его слушателей: "Планк жил довольно далеко, в Груневальде, и ездил в Берлин по городской железной дороге. Его поезд часто шел параллельно с моим, который отправлялся из Шарлоттенбурга, и я мот тогда видеть Планка в купе, заполненном служащими и продавщицами, углубленного в подготовительные заметки к лекции. Во время лекции он не пользовался конспектом. Он никогда не допускал ошибок и не запинался. Очень редко доставал он заметки, бросив взгляд на доску, говорил "да" и снова прятал их. Он был лучшим докладчиком, какого я когда-либо слышал. У него не было никаких особых привычек, за исключением единственной: он клал перед собой параллельно два кусочка мела и, когда не писал, время от времени перекладывал их".

В последние годы своей преподавательской деятельности Планк обычно строго придерживался буквы учебников, которые составил постепенно из рукописей своих лекций. Его пятитомное "Введение в теоретическую физику", соответствовавшее пятисеместровому циклу лекций, получило всемирную известность и воспитало множество молодых физиков-теоретиков.

Наряду с этим следует назвать четыре следующих учебника, каждый из которых не раз переиздавался: ранняя работа - "Принцип сохранения энергии", "Лекции по термодинамике", "Теория теплового излучения" и, наконец, выпущенные в 1909 году в Нью-Йорке Колумбийским университетом "Восемь лекций по теоретической физике". Всем трудам Планка, по словам Эйнштейна, присущ "простой, истинно художественный стиль", так что при чтении его работ создается впечатление, что художническая потребность составляла один из сильнейших стимулов его творчества.

До осени 1926 года Планк был профессором

Берлинского университета, затем он оставил свой пост. Его преемником стал Эрвин Шрёдингер. Руководство институтом принял уже в 1921 году Макс фон Лауэ. Но и после освобождения от своих обязанностей Планк продолжал активно участвовать в научной жизни университета. В 30-е годы его имя встречается в факультетских протоколах среди участников аттестационных и приемных комиссий и среди принимающих участие в испытательных лекциях.

Планк продолжал аккуратно посещать знаменитый коллоквиум в Институте физики на Рейхстагуфер. Он принадлежал к его постоянным участникам наряду с Лауэ, Эйнштейном, Шрёдингером, Нернстом, Габером, Отто Ганом, Лизой Мейтнер и Вильгельмом Вестфалем. Он всегда был так пунктуален, что по его появлению в аудитории можно было проверять часы. Лишь единственный раз, как сообщает Лауэ, Планк появился на четыре минуты раньше времени, что привлекло всеобщее внимание. Причиной было то, что он пришел после лекции, которую читал в другом городе, и на станцию Фридрихштрассе попал раньше, чем это бывало обычно, когда он пользовался городской железной дорогой.

Планк внимательно следил за развитием квантового учения, не принимая тем не менее в нем участия. Он с воодушевлением приветствовал работы Эрвина Шрёдингера по волновой механике, несмотря на то что ему было нелегко понять эту новую для него систему взглядов. "Я при этом очень надеюсь на стимулирующее влияние привычки, которая, как я уже нередко замечал, облегчает со временем употребление новых понятий и представлений", - писал он в мае 1926 года цюрихскому коллеге.

Отказавшись от преподавания, Планк посвящает свое время чтению публичных лекций. Темой их были обычно общетеоретические и философские вопросы. "Мировая картина новой физики", "Понятие причины в физике", "Физика в борьбе за мировоззрение", "О сущности свободы воли", "Религия и естествознание" - вот некоторые из наиболее известных тем. Все, кто присутствовал на подобных лекциях-докладах ученого, вспоминают о том, что они оставляли

неизгладимое впечатление. Сохранившиеся звукозаписи передают потомкам верную картину его ясной и проникновенной манеры говорить.

Доклады Планка были изданы в томе "Физическое обозрение" в 1922 году и в 1933 году собраны в неоднократно переиздававшейся книге "Пути физического познания". Они представляют интерес для понимания его мировоззрения и свидетельствуют о том, что Планк, который был в первую очередь физиком, заслуживает внимания и как мыслитель-философ.

Подобно Эйнштейну, Планк считал, что между естествознанием и философией существует необходимое и неустранимое взаимодействие. Не следует полагать, говорил он, что можно "продвинуться вперед даже в самой точнейшей из естественных наук вовсе без мировоззрения". Мировоззренческая позиция любого исследователя решающим образом воздействует на направление его научной работы; результаты его исследования в свою очередь оказывают влияние на складывающуюся у него философскую картину мира. В естествознании тоже ведется борьба за мировоззрение, и физика в этой борьбе может стать очень острым оружием.

Под мировоззрением Планк понимал "веру", которая справедлива, даже если она не может быть научно доказана. Это мнение он высказывал неоднократно.

Так, в своей ректорской речи в октябре 1913 года в актовом зале Берлинского университета он сказал: "Для физики также имеет силу изречение, что нет спасения без веры, по крайней мере без веры в некоторую реальность. Только эта твердая вера и указывает путь творческому стремлению, только она дает точку опоры продвигающейся ощупью фантазии, только она в состоянии всякий раз ободрить мысль, усталую от неудач, и снова воодушевить ее".

И, возражая позитивистам, Планк добавил: "Тот, кто отвергает реальность атомов и электронов, или электромагнитной природы световых волн, или тождество теплоты и

движения, тот никогда не впадет из-за этого в противоречие с логикой и фактами. Но ему не остается ничего другого, как пассивно следить за успехами физического познания".

В теории познания Планк был решительным "реалистом". Здесь его взгляды были близки диалектическому материализму. Учение о существовании независимого от сознания реального мира, которое он защищал уже в своем лейденском докладе, выступая против субъективно-идеалистического тезиса о мире как комплексе ощущений, он считал главной предпосылкой любого научного исследования. В одном из своих докладов он сказал: "Основной предпосылкой теоретической физики является существование реальных, независимых от чувственных ощущений процессов. Этой предпосылке необходимо следовать при любых обстоятельствах".

В духе философского материализма Планк подчеркивал, что физика занимается не описанием переживаний, но познанием реального внешнего мира. Естественную константу h он назвал "посланцем реального мира". В заключение одной из лекций он заявил, что физическая наука требует принятия реального, независимого от нас мира, "который мы, конечно, никогда не познаем непосредственно, но всегда можем воспринимать его лишь через посредство наших чувственных восприятий и опосредованных ими измерений".

Особенно отчетлива материалистическая позиция Планка в его теории науки. Здесь он резко выступал против позитивистского отрицания объективного познания природы: "Наука, которая принципиально лишает себя предиката объективности, сама себе выносит приговор". Но он не был согласен и с Эйнштейном, считавшим возможным познать природу посредством "чистого мышления".

Планк стремился доказать, что содержание физических законов никак нельзя вывести путем "чистого размышления", что здесь нет иного пути, кроме обращения к природе, собирания в ней возможно более многочисленных и многосторонних фактов, сравнения их и

обобщения в возможно более простых и глубоких положениях - "одним словом, метода индукции". Прогресс всего физического познания, утверждал Планк, теснейшим образом связан с возрастанием точности физических инструментов и с техникой измерения, хотя эти факторы сами по себе, без сомнения, недостаточны.

Как естествоиспытатель, хорошо знакомый с историей своей науки и понимающий преходящий характер отдельных утверждений, Планк был противником любой догматизации научных результатов.

Фридрих Энгельс в "Анти-Дюринге" высмеивал притязания Дюринга познать "вечные истины". В 1913 году в своей речи при вступлении на должность ректора Берлинского университета Макс Планк предостерегал от гипостазирования достигнутого уровня познания и от признания "всего сообщаемого с кафедры" истиной в последней инстанции. "До тех пор пока существует прогресс в науке, остаются возможными временные ошибки. Кто дошел до того, что больше не ошибается, - говорил он студентам, - тот перестал и работать".

Однако при всей близости диалектическому материализму некоторых суждений Планка по вопросу о реальности внешнего мира и эмпирико-логическом строении научных теорий, характерных для его мировоззрения, его нельзя рассматривать как диалектического материалиста, хотя в некоторых пунктах он выступает как союзник этого учения. Не говоря уже о том, что мировоззрение рабочего класса, философией которого является диалектический материализм, было чуждо ему, и в своих взглядах на общество он не пошел дальше исторического идеализма, в его воззрениях на природу также немало недиалектических представлений. Прежде всего это касается его понимания причинности и соотношения необходимости и случайности.

Хотя Планк допускал, что возможна иная форма причинности, нежели классическая, он все же до конца - подобно Эйнштейну и Лауэ - защищал старый, механистический, по сути,

детерминизм, в универсальности которого он был твердо убежден. Гейзенберг писал, что именно диалектические компоненты квантовой теории постоянно представляли для Планка наибольшую трудность. Макс Планк, давший своим открытием кванта действия одно из наиболее убедительных доказательств диалектики природы, был не в состоянии одобрить развитие и углубление открытых им диалектических положений. Статистическое толкование квантовой механики он рассматривал лишь как паллиатив.

Здесь отчетливо проявилась ограниченность естественнонаучного материализма, которым великий физик руководствовался в своей исследовательской работе. При этом Планк иногда высказывал глубокие диалектические идеи. Так, например, он говорил, что прогресс физики происходит не в результате постоянного развития, которое отвечает постепенному углублению и уточнению наших знаний, но что он совершается "взрывообразно". "Каждая вновь возникающая гипотеза представляет собою род внезапного извержения, прыжка в темноту".

Глубокое уважение вызывает высказывание Планка о сущности и роли религии. Ученый рассматривал эти вопросы в докладе "Религия и естествознание", который он в 1937 году читал во многих городах. Его выводы некоторыми слушателями и читателями впоследствии истолковывались как утверждение естествознания на религиозной основе, а он сам причислялся к богобоязненным естествоиспытателям.

Это было результатом непонимания. За несколько недель до смерти Планк сам заявил об ошибочности такого толкования его положений, что вызвало удивление не только многих теологов, но также и некоторых его друзей и учеников.

Некий регенсбургский вольнодумец письменно обратился к Планку, чтобы узнать, верны ли сообщения прессы о его переходе в католичество. Планк 18 июня 1947 года ответил, что, будучи с давних пор настроен религиозно, он в то же время не верит в

персонифицированного бога, "не говоря уже о боге христианском". Этим он опроверг не только газетную ложь, которая, по сообщению Лауэ, очень сердила его, но одновременно разрушил легенду о том, что он воплощал в себе физика-христианина (см. факсимиле).

Это письмо недвусмысленно подтвердило, что Планк под религией понимал не общепринятую веру в бога. Это подтверждают и другие его высказывания. Религия для Планка - "вера в могущество разумных законов во вселенной". Как и Эйнштейн, он выступал за спинозовское понимание единой сущности бога и природы.

Лиза Мейтнер, которая на протяжении сорока лет была близким другом великого исследователя, подтвердила это в одном из писем: "Конечно, вера Планка не имела формы какой-либо специальной религии; но он был религиозен (в смысле Спинозы или Гёте) и всегда это подчеркивал. И поскольку он был правдивейшим человеком, за его словами должно было стоять глубокое чувство, которое на трагических рубежах его жизни служило ему большой поддержкой".

Пытаясь понять характер религиозности Планка, нельзя обойти вниманием 1937 год - время, когда ученый выступил с хвалой религии и с лозунгом "К богу!". В то время у него, как и у всех гуманистически настроенных немецких интеллигентов, были позади несколько лет горького опыта гитлеровской диктатуры. О том, насколько глубоко внутренне переживал Планк позорные деяния фашизма, свидетельствует его академическая речь на праздновании юбилея Лейбница в 1935 году. Он говорил о том, что все тяжелее "сегодня находить разумный смысл в направлении развития человечества". Нельзя не заметить этого чувства уныния и безнадежности, следы которого мы напрасно стали бы искать в его более ранних речах и работах.

Именно в эти годы фашистского варварства Планк объявил религию основой нравственной деятельности людей и стал одним из наиболее активных членов церковного совета общины Груневальд. Очевидно, это было не признанием определенного мировоззрения, но прежде всего

выражением внутреннего протеста против бессмысленности и аморальности, ставших государственной доктриной. Лозунг Планка "К богу!" имел антифашистское содержание, он был призывом к духовному сопротивлению.

Последние десятилетия в жизни знаменитого физика были омрачены глубокой заботой о будущем немецкой нации и о дальнейшем существовании немецкой науки. Возглавляя Общество кайзера Вильгельма и Берлинскую Академию наук, Планк занимал ответственные в научном и политическом отношении посты. "Оружие немецкой науки отточено остро", - сказал он в преддверии гитлеровской диктатуры в одной из бесед по радио и добавил, что задачей всех немецких ученых является забота о том, чтобы это оружие не ржавело. Ему предстояло увидеть, к каким тяжелым последствиям привело выполнение этой задачи.

Планк был буржуазно-националистически настроенным немцем. Он никогда не примыкал к левому крылу буржуазии, как Эйнштейн, но в то же время его нельзя причислять к велико-германским профессорам типа археолога Виламовиц-Мёллендорфа. По его собственному утверждению, он принадлежал к членам Немецкой народной партии вплоть до ее роспуска. По своему образу мыслей Планк не мог стать сторонником "национал-социалистов", хотя он и не понимал во всей глубине ложности пути, по которому они повели народ. Он не одобрял их политических принципов и осуждал их методы, в особенности преследование ученых по расовым или мировоззренческим причинам.

Всем своим поведением, подчеркивал Лауэ, Планк "утверждал государственность". Его сознание формировалось под влиянием этики Канта и гегелевской философии с их обожествлением прусского государства как осуществленной нравственной идеи. К этому присоединились традиционные представления о долге покорности властям. Подобная позиция должна была повлечь за собой тяжелую душевную борьбу перед лицом обстоятельств, которые складывались в немецком государстве после захвата власти фашистами.

В беседе с Гитлером весной 1933 года Макс Планк пытался противодействовать массовому увольнению ученых еврейской национальности. Об этой аудиенции в период нацизма появились различные, противоречащие друг другу публикации. Достойно похвалы, что ученый на последнем году жизни сам дал подробное описание этой встречи. Хотя со времени встречи тогда прошло уже 14 лет, но при твердости его памяти и бесспорном правдолюбии можно, видимо, не сомневаться в точности его рассказа, хотя он также неполон.

Рассказ Планка был опубликован в 1947 году в "Физических листах" под заголовком "Мой визит Адольфу Гитлеру". Планк писал: "После захвата власти Гитлером я должен был как президент Общества кайзера Вильгельма засвидетельствовать свое почтение фюреру. Я считал, что должен использовать это обстоятельство, чтобы замолвить слово за моего коллегу, еврея Фрица Габера". Далее Планк с бесстрастной объективностью повествует о том, как все его попытки прибегнуть к разумным доводам разбились о стену непонимания. Читая этот потрясающий документ новейшей истории духовной жизни Германии, мы убеждаемся, что эта встреча не могла иметь иного конца, чем тот, о котором пишет Планк: "... он не стал отвечать, перешел к общим фразам и, наконец, заключил. "Говорят, у меня иногда бывает нервная слабость. Это заблуждение. У меня нервы как сталь". При этом он вцепился в собственные колени, начал говорить все быстрее и быстрее и так бушевать, что мне не оставалось ничего иного, как замолчать и проститься".

В "дело Эйнштейна" Планк не вмешивался. Когда в прессе появились первые сообщения об антифашистских высказываниях Эйнштейна, он был на пути в Италию и не захотел прерывать свое путешествие. Из Мюнхена он в письме посоветовал Эйнштейну добровольно выйти из Академии, чтобы обеспечить себе достойное завершение академической деятельности и оградить своих друзей от "великого множества неприятностей". Одному из своих берлинских коллег Планк признавался, что формальный

процесс по исключению Эйнштейна принесет ему тягчайший конфликт с собственной совестью. Несмотря на то что в политическом отношении его разделяла с Эйнштейном бездонная пропасть, писал он, он совершенно уверен, что грядущая история будет чтить имя Эйнштейна как одно из самых блистательных имен Берлинской Академии наук.

Когда писались эти слова, Эйнштейн уже заявил о своем выходе из Академии. Своим личным присутствием в Берлине Планк ничего не мог бы изменить в "деле Эйнштейна". Но он, вероятно, сумел бы устроить расставание великого физика с местом его многолетней деятельности в более достойной для Академии форме. Письмо из Сицилии, написанное в середине апреля 1933 года, свидетельствует о том, что Планк не избежал угрызений совести. Он с полным основанием опасался, что "дело Эйнштейна" не будет принадлежать к славным страницам в истории Академии, так как значение творца теории относительности в науке было "трудно переоценить".

Свое моральное упущение Планк постарался исправить заявлением, которое он сделал по возвращении из путешествия перед Берлинской Академией наук 11 мая 1933 года. Оно было занесено в протокол как завершающее дискуссию по поводу выхода Эйнштейна из Академии.

"Я полагаю, что выражаю мысли как моих коллег по Академии, так и подавляющего большинства немецких физиков, - заявил Планк, - когда говорю: господин Эйнштейн не только один из многих выдающихся физиков, господин Эйнштейн - это физик, работы которого, опубликованные в нашей Академии, были столь большим вкладом в физическую науку нашего столетия, что значение его можно сравнить только с достижениями Иоганна Кеплера и Исаака Ньютона. Я считаю необходимым сказать это прежде всего для того, чтобы потомки не подумали, что коллеги господина Эйнштейна по Академии были не в состоянии в полной мере постичь его значение для науки".

Эти слова были сказаны и занесены в

протокол заседания в то время, когда "народные" листки в Германии оплевывали "еврея Эйнштейна" как предателя родины и поносили его как большевика. Накануне заседания банды СА жгли на площади Оперы книги прогрессивных поэтов и ученых. Это происходило лишь в нескольких шагах от места заседания Академии.

О твердости характера "подавляющего большинства немецких физиков" Планк, видимо, был не слишком высокого мнения. Когда Отто Ган весной 1933 года спросил его, не попытаться ли устроить протест примерно тридцати известнейших немецких ученых против увольнения их коллег евреев, Планк ответил с горечью: "Если вы сегодня соберете тридцать таких господ, завтра придут сто пятьдесят, говорящих обратное, потому что они хотят получить места других".

Заслугой Макса Планка является, по существу, и состоявшееся в Берлине в январе 1935 года чествование памяти известного химика Фрица Габера, антифашиста и политического изгнанника, умершего за год до этого в Швейцарии. Планк настоял на этом мероприятии, несмотря на то, что профессорам немецких университетов и высших школ и членам Общества немецких химиков было официально запрещено принимать в нем участие. "Я устрою это празднование, если, конечно, меня не заберут в полицию", - заметил он Лизе Мейгнер. "Все удивлялись Планку, у которого хватило мужества провести чествование", - писал Отто Ган в своих воспоминаниях.

Таким образом, Планк на деле доказывал антифашистский характер своих взглядов. Это способствовало тому, что авторитет немецкой науки среди гуманистически настроенных ученых за границей не был утрачен до конца во времена "третьего рейха".

Не удивительно поэтому, что физик-нацист Штарк поносил Планка, так же как и Лауэ и Гейзенберга, называя его "белым евреем". В 1938 году Планк вынужден был оставить пост президента Берлинской Академии наук.

Вторая мировая война очень тяжело задела

ученого. Его сын Эрвин, состоявший на дипломатической службе, 20 июля 1944 года был арестован как соучастник заговора графа Штауффенберга и в январе 1945 года казнен, несмотря на просьбы о помиловании своего знаменитого отца. "Меня лишили моего ближайшего и лучшего друга, - писал Макс Планк в начале февраля 1945 года Арнольду Зоммерфельду и добавлял, - я стараюсь собрать все силы, чтобы свою будущую жизнь заполнить разумной, честной работой".

Дом Планка в Берлин-Груневальде сгорел во время англоамериканского воздушного налета в феврале 1944 года. Все оставшиеся там книги и рукописи погибли, и среди них дневник, который исследователь пунктуально вел в течение десятилетий невосполнимая потеря для истории науки Во время одной из лекционных поездок Планк попал под бомбежку, разрушившую Кассель, и сам пробыл несколько часов в засыпанном бомбоубежище.

В последние месяцы войны Макс Планк и его жена нашли гостеприимный прием в поместье Рогетц, расположенном на Эльбе близ Магдебурга. В апреле 1945 года эта область стала местом сражения между наступающими войсками союзников и остатками гитлеровского вермахта. 80-летний ученый вместе с другими жителями местечка укрывался в ближайшем лесу. По возвращении в деревню супруги Планк провели две недели в семье молочника. В середине мая американцы доставили физика и его жену на автомобиле к родственникам в Геттинген.

Здесь исследователь написал свою "Научную биографию" и снова приступил к деятельности лектора. Новой актуальной тематикой стала борьба против злоупотребления освобожденной энергией атома. Планк поднял свой голос, предостерегая от применения атомных бомб: "Нельзя не принимать во внимание опасность самоуничтожения, угрожающую всему человечеству, в том случае, если будущая война будет вестись с применением большого числа таких бомб: никакая фантазия не в силах нарисовать последствия. Убедительнейшим

аргументом в пользу мира являются 80000 мертвых в Хиросиме, 40000 мертвых в Нагасаки. Этот призыв относится ко всем народам, и прежде всего к государственным деятелям, отвечающим за их судьбы".

В последний раз знаменитый ученый выступал перед студентами в марте 1947 года в аудитории Физического института университета в Бонне. Он вновь избрал предмет, который занимал его на протяжении всей жизни: "Смысл и границы точной науки". Заключительная часть доклада отражает особенности душевного склада Планка и звучит почти как духовное завещание.

"Единственное, на что мы с уверенностью можем претендовать как на нашу собственность, - сказал Планк, - высшее благо, которое у нас не может отнять никакая сила в мире и которое способно принести нам ни с чем не сравнимое счастье, это сознание честно выполненного долга. Тот, кто имел счастье принимать участие в создании точной науки, обретет высшее удовлетворение и внутреннее спокойствие в сознании, что он исследовал исследуемое и спокойно уважал неисследованное".

Признанием антифашистских заслуг Макса Планка и свидетельством уважения тяжелой личной жертвы, которую он вынужден был принести во времена фашизма, явилось приглашение летом 1946 года в Лондон и Кембридж, где он должен был принять участие в праздновании 300-летия со дня рождения Ньютона. В военном самолете он был доставлен из Гёттингена в Лондон.

Незадолго до этого Планк опять вступил на пост председателя Общества кайзера Вильгельма по поощрению наук, президентом которого он был с 1930 по 1937 год. В его честь и с его согласия общество летом 1947 года было переименовано в Общество Макса Планка. Во главе его стал Отто Ган.

До последнего мгновения великий физик принимал участие в научной жизни. "Когда я после долгого перерыва вновь увидел его в июле 1947 года, рассказывал его бывший ассистент Ламла, позднее издатель журнала "Натурвиссеншафтен", - немногим больше, чем за

два месяца до его смерти, он сидел (это было между восемью и девятью часами вечера) на софе, перед ним стоял стаканчик вина и он с наслаждением курил сигару; уже сгорбленный и не такой бодрый, как раньше, он все же внимательно следил за разговором и время от времени вставлял меткие замечания". До последнего дня, как сообщают друзья, он ежедневно, как и раньше, один час играл на рояле.

Макс Планк умер 4 октября 1947 года в Гёттингене, полугода не дожив до девяноста лет.

В апреле 1958 года научный мир праздновал его столетний юбилей. Почтить память ученого в Германии собрались его прежние ученики: Макс фон Лауэ, Лиза Мейтнер, Джеймс Франк, Густав Герц, Вильгельм Вестфаль, а также известные естествоиспытатели, которые были близки Планку лично или продолжали его дело, в их числе Отто Ган и Вернер Гейзенберг. Это научное мероприятие памятно еще и тем, что здесь Гейзенберг впервые изложил перед международной аудиторией свою теорию элементарных частиц и обосновал свою "мировую формулу".

Ленинградский физик, академик А.Ф. Иоффе, от имени Академии наук Советского Союза передал ту часть личной библиотеки Планка, которая в последние годы войны находилась в Цойтене и в 1945 году была спасена советскими войсками. Собственность великого немецкого ученого возвратилась на его родину. Она хранится в музее Макса Планка в Магнусхаузе на Купферграбене в Берлине, в помещении Физического общества Германской Демократической Республики.

В своем выступлении Иоффе напомнил о том, что Планк в 1925 году приезжал в Ленинград на празднование 200-летия Российской Академии наук. Высказывания, сделанные им тогда, были продиктованы стремлением к установлению тесных дружеских отношений между немецкими учеными и ученым" Страны Советов.

Об этом посещении Планком Советского Союза упоминалось и в приветствии Академии наук СССР, направленном по случаю 100-летия

со дня рождения Планка Германской Академии наук и Физическому обществу ГДР. В нем говорится: "Макс Планк - почетный член Академии наук СССР - был другом советской науки. Его посещение нашей страны расширило круг личных друзей Планка в Советском Союзе и способствовало развитию традиций дружбы и сотрудничества ученых Германии и ученых нашей страны - традиций, которые были заложены Лейбницем, Эйлером, Ломоносовым и продолжены и развиты в течение двух с лишним веков".

Научная деятельность Макса Планка решающим образом содействовала развитию теоретической физики. Его открытие положило начало процессу интеграции в естествознании и прежде всего прочно соединило атомную физику с химией; оно также глубоко и плодотворно воздействовало на технику.

Теоретико-познавательные исследования Планка служили защите и укреплению "реалистического", то есть по своей сущности материалистического, взгляда на природу, который во многом тесно соприкасался с диалектическим материализмом. Если знаменитый физик и не всегда был прав в философских спорах, то все же он своими дискуссионными мировоззренческими выступлениями внес существенный вклад в борьбу против субъективно-идеалистических течений в физике и философии естествознания нашего времени.

Планк был одной из самых цельных личностей среди ученых нашего времени. Это подтверждают все, кто знал его лично. Так, Лиза Мейтнер, выступая в Магнусхаузе с юбилейной речью по случаю 100-летия со дня рождения Макса Планка, сказала: "Он обладал внутренней чистотой убеждений и прямотой, которые соответствовали его внешней скромности". Макс Борн, приглашенный по инициативе Планка в Берлинский университет и четыре года проработавший там, заметил в 1920 году в письме Эйнштейну, резко отклоняя недоброжелательную оценку характера Планка, данную одним иностранным физиком: "Можно

быть, конечно, другого мнения, чем Планк, но сомневаться в его справедливом, благородном характере может только тот, кто сам не имеет никакого". Эйнштейн в 1918 году одной фразой охарактеризовал свои отношения с основателем квантовой физики: "Жить рядом с Планком - это радость".

Есть ученые, выдвинувшие много гениальных идей и совершившие множество великих открытий. Альберт Эйнштейн и Давид Гильберт принадлежат к их числу. Максу Планку, многие работы которого были ценным вкладом в науку, удалось за свою долгую жизнь исследователя совершить лишь единственное эпохальное открытие: открытие элементарного кванта действия. Но оно оказалось столь фундаментальным и имело такие важные последствия для всего естествознания, что его имя стало в ряд с величайшими именами в истории науки. "Пока существует естествознание, - сказал Макс фон Лауэ, - оно будет заботиться о том, чтобы имя Планка не было забыто. Мы гордимся, что он был немцем!"

Альберт Эйнштейн

Создание квантового учения о свете и теории относительности

Берлинский университет, основанный в 1810 году Вильгельмом фон Гумбольдтом, обладает необычайно богатыми научными традициями. В числе его первых профессоров были Фихте, Шлейермахер и Гегель. В нем преподавали известные языковеды Бёк и Дильс. Здесь на протяжении десятилетий работали такие знаменитые историки, как Ранке и Моммзен.

В Берлине трудились также всемирно известные естествоиспытатели и врачи. Александр фон Гумбольдт читал свой лекционный курс "Космос" в переполненной Auditorium maximum университетского здания. Христоф Вильгельм Гуфеланд, Иоганнес Мюллер, Эмиль Дюбуа-Реймон, Рудольф Вирхов, Роберт Кох, Альбрехт Коссель, Пауль Эрлих и другие основывали и приумножали славу медицинского факультета. Блестящий перечень физиков открывает Густав Магнус, который в своем доме на Купферграбене оборудовал первый в

Германии физический исследовательский институт. Ему помогал Христиан Поггендорф, внесший свой вклад в физику и в историю физики, издатель "Анналов физики и химии" и основатель "Биографо-литературного словаря точных естественных наук". К числу преподавателей Берлинского университета принадлежал некоторое время также термодинамик Рудольф Клаузиус.

Благодаря деятельности Гельмгольца и Кирхгофа с начала 70-х годов университет Берлина становится мировым центром физического образования. Майкельсон поставил здесь свой первый опыт с интерференцией. Генрих Герц получил свою первую золотую медаль и после защиты диплома был более двух лет ассистентом. Макс Планк, Август Кундт, Лео Ароне, Вилли Вин, Эмиль Варбург, Генрих Рубенс, Пауль Друде, Вальтер Нернст, Макс Борн, Джеймс Франк, Густав Герц, Макс фон Лауэ, Лиза Мейтнер, Эрвин Шрёдингер и другие известные ученые успешно продолжали дело Гельмгольца и Кирхгофа.

Когда в 1960 году Университет имени Гумбольдта по случаю празднования своего 150-летнего юбилея подвел итоги, выяснилось, что 27 ученых, работавших в нем, удостоены Нобелевских премий, в том числе 11 - за успехи в области химии, 10 - за заслуги в физике.

В годы Веймарской республики нобелевские лауреаты не только читали лекции, но также руководили семинарами и вели практические занятия. Это было время своеобразного расцвета исследований и преподавания физики. Однако на вопрос о том, кто из ученых Берлинского университета наиболее знаменит, ответ может быть только один: Альберт Эйнштейн.

Хотя Эйнштейн не принадлежал собственно к преподавателям, а как "читающий академик" в ранге ординарного профессора вел курс лекций в университете, он был все же наиболее известным из ученых этого крупнейшего высшего учебного заведения Германии. Можно было не спрашивать, в каком помещении он читает, но просто в назначенное время идти туда, куда устремлялись все: к самой большой аудитории университета в

восточном крыле главного здания.

Физик Филипп Франк, преемник Эйнштейна на кафедре теоретической физики Немецкого университета в Праге, который часто посещал своего предшественника в Берлине, описывает, как проходили лекции Эйнштейна в 20-е годы.

"Когда в те времена иностранцы прибывали в Берлин, - писал Франк, - и хотели осмотреть все достопримечательности: Бранденбургские ворота с богиней Победы, Аллею победы со статуями прусских князей, знаменитые театральные постановки Рейнхардта, универмаг Вертгейм, парковые ресторанчики на берегах живописных озер пригорода, то часто в этот список они включали и живую достопримечательность Берлина, о которой они так много читали в своих газетах, знаменитого Эйнштейна. Причем зачастую многие даже не знали определенно, физик ли он, математик, философ, мечтатель или кто-то еще. Знали только, что он говорит о вселенной такие вещи, каких не говорил никто другой до него.

На его лекциях можно было увидеть богатых американских и английских дам в дорогих мехах, которые внимательно рассматривали его в театральные бинокли и нередко заполняли большую часть зала. Обычно Эйнштейн говорил: "Теперь я хочу сделать небольшой перерыв, чтобы все, кого не интересует дальнейшее, могли удалиться". После этого часто оставались лишь восемь-десять студентов. Эйнштейн был только рад, что он может спокойно развивать свои мысли, не наталкиваясь взглядом на непонимающие физиономии".

Участники этих лекций вспоминали, что после их окончания иностранные гости нередко бросались к доске и спорили из-за куска мела, которым писал свои формулы прославленный ученый: они хотели увезти на родину этот сувенир. Во время специальных лекций, предназначенных для узкого круга, исследователь принуждал своих слушателей к "сотрудничеству", задавая проблемные вопросы.

Необычайно привлекательная, совершенно неакадемическая манера Эйнштейна читать лекции сохранена для потомков в записи на

фонографе, сделанной 22 августа 1930 года, когда физик открывал в Берлине радио- и фановыставку. "Пусть устыдятся все те, - сказал он в свойственной ему манере, - кто бездумно пользуется чудесами науки и техники, понимая в них не более чем корова в ботанике растений, которые она с наслаждением поедает".

Единственная в своем роде слава Альберта Эйнштейна намного превзошла по своим масштабам ту сенсацию, которая за десятилетия до этого была вызвана открытиями Генриха Герца и Вильгельма Рентгена. С тех пор как в 1919 году английская экспедиция по наблюдению за солнечным затмением подтвердила один из наиболее смелых и наименее вероятных выводов общей теории относительности - искривление звездных лучей при прохождении вблизи солнца, - имя Эйнштейна замелькало на страницах мировой прессы.

Среди коллег он еще раньше был признан самым значительным физиком-теоретиком со времен Галилея; теперь его повсеместно прославляли как "Ньютона нашего времени" и чествовали как величайшего физика современности.

Из писем мы знаем, что свою мировую славу - позднее Эйнштейн воспринимал ее с точки зрения высокой общественной обязанности, которую она накладывает на него, - вначале он ощущал лишь как тяжкую ношу. В феврале 1920 года, когда "эйнштейновский бум" достиг своей высшей точки, он писал своему другу: "С приливом газетных статей меня устрашающе затопляют опросы, приглашения, требования, так что ночами мне снится, будто я жарюсь в аду, а почтальон - это черт, и он непрерывно рычит, бросая мне на голову новую пачку писем, потому что я еще не ответил на старые... Я теперь не что иное, как скопление бездушных рефлекторных движений"

Творец теории относительности - за это в первую очередь превозносили Эйнштейна - повсюду должен был украшать собой первый план, как "ваза с десертом", по его собственному выражению. Его стремились в той или иной форме привлечь к участию во всем, что касалось

точного естествознания.

Когда астроном Фридрих Архенгольд, основатель и руководитель народной обсерватории в Берлин-Трептове, просил его содействовать своим именем популярности выставки, посвященной Марсу и открытой осенью 1926 года, Эйнштейн ответил, что у него лично слишком мало точек соприкосновения с описательной астрономией, и добавил: "Можете Вы понять, что я устал повсюду фигурировать как символический вожак бараньего стада с нимбом над головой? Оставьте меня наконец в покое!"

Слава Эйнштейна имеет длинную предысторию. Она опирается на теоретические открытия, сделанные физиком в Берне, Праге, Цюрихе и Берлине: на его исследования в области атомистики и теории квантов, на созданную им специальную и общую теорию относительности и набросок релятивистской модели вселенной. Его интерес к проблемам физики сформировался ещё в студенческие годы в Цюрихе и даже в школьные годы в Мюнхене и Аарау.

Альберт Эйнштейн родился в Ульме 14 марта 1879 года. Его предки, еврейские ремесленники и торговцы, поселились в Швабии около трехсот лет назад. По своим привычкам и языку они ничем не отличались от коренного населения и чувствовали себя вюртембержцами и немцами.

Отец Эйнштейна имел в Ульме небольшой магазин электротоваров. Однако вскоре после рождения сына он со своей семьей переселился в Мюнхен. Там в пригороде он основал мастерскую электроприборов: динамо-машин, измерительных приборов и дуговых ламп. Поскольку эти новинки с трудом пробивали себе дорогу во времена господства газовых ламп, а Герман Эйнштейн не был ловким дельцом, маленькое предприятие через несколько лет потерпело крах. И в Северной Италии, где родители Эйнштейна вновь попытали счастья в коммерции, их ждала та же участь.

Со своей младшей сестрой Майей Альберт рос почти в деревенских условиях. Семья жила на южной окраине баварской столицы. Уже

ребенком он был, как он сам позднее сказал, "затворником" и лишь с трудом мог присоединяться к людям и людским компаниям Да у него и не было в этом большой потребности. Обычно он в одиночку занимался техническими играми.

Для научного развития Эйнштейна очень важны три поразившие его в детстве события: их воздействие было столь глубоко, что ученый неоднократно указывал на них и в последние годы своей жизни.

Ребенком четырех или пяти лет он впервые обнаружил присущее ему свойство "святой любознательности", которую позднее, будучи уже зрелым исследователем, он называл "первоисточником" технических и естественнонаучных достижений. Играя с компасом, он поражался тому, что может как угодно поворачивать корпус, а стрелка все время показывает в одном и том же направлении. Что за таинственные природные силы действуют во вселенной! Это "чудо" побуждает его в детски-наивной форме ставить вопросы, ответы на которые тридцать лет спустя привели к революции во взглядах на строение вселенной.

Когда он был 12-летним школьником, произошло еще одно событие, имевшее важные последствия. Учебник геометрии, который он получил к началу учебного года, так захватил его, что он, не ожидая начала занятий, единым духом проработал книгу самостоятельно, будучи глубоко потрясен ясностью и убедительностью доказательств и наглядностью разъясняемых фигур.

В автобиографии Эйнштейн любовно говорил о "священной книжечке по геометрии". По поводу "Начал" Евклида, известного изложения классической геометрии, он замечает: "Кто не был в молодости захвачен этим трудом, тот не родился исследователем-теоретиком".

Образность мышления, характерная для Эйнштейна и делающая его сочинения предметом особого восхищения, начала развиваться под влиянием геометрии еще в юности. Его глубокое уважение к Спинозе не в последнюю очередь обусловлено тем, что этот философ стремился

изложить свою систему "more geometrico", то есть передать свои философские воззрения в форме евклидовой геометрии т виде аксиом, теорем и определений.

Наконец, в 13 лет Эйнштейн испытал переживание, которое решающим образом определило его духовное и нравственное становление.

Безденежный еврейский студент из русской Польши, приходивший обедать раз в неделю, обратил внимание любознательного мальчика на "Естественнонаучные книги для народа" Арона Бернштейна, популярное обобщенное изложение достижений естествознания. Когда гимназист Эйнштейн взял в руки эти сочинения 60-х годов прошлого века, они были уже устаревшими по содержанию. Но живая манера, в которой преподносился обширный и разнообразный материал, делала их достойными внимания. Как писал Эйнштейн в автобиографии, он читал эти томики "не переводя дыхания". Прежде всего он натолкнулся на разбор такого природного явления, как скорость света, которое через 12 лет приобрело фундаментальное значение для создания теории относительности.

Примерно в это же время он познакомился с работой, которая до появления "Мировых загадок" Геккеля пользовалась, вероятно, наибольшей популярностью: книгой Людвига Бюхнера "Сила и материя". Эйнштейн, позднее считавший эту книгу с ее "наивным реализмом" "несколько детской", в то время был глубоко захвачен ею.

Чтение книги Бюхнера оказалось чрезвычайно важным для него и в мировоззренческом отношении. Она помогла ему избавиться от веры в библейские сказания.

Чтение этих сочинений укрепило в Эйнштейне-школьнике убеждение, что "молодежь умышленно обманывается государством" с помощью благочестивой легенды. Необычайно правдолюбивый и глубоко религиозно настроенный юноша, сочинявший маленькие песни в честь бога и напевавший их по пути в школу, был так потрясен и задет в своем утонченном чувстве справедливости, что его

благочестие обернулось страстной, резкой враждебностью к религии. Он стал теперь неверующим, как и его родителя, он перестал доверять авторитетам.

Как сообщал впоследствии Эйнштейн, в нем развивалось "скептическое отношение к верованиям и убеждениям, жившим в окружавшей... среде". Этот скептицизм, по его словам, сохранился у него и в дальнейшем, хотя и утратил с течением времени свою первоначальную остроту по мере все более глубокого проникновения в причинные связи.

Рано проявившееся сомнение в истинности господствующих взглядов стало одной из основных предпосылок для революционных достижений Эйнштейна в физике. Неподкупный скепсис и независимость, которыми он восхищался в Махе и в которых он видел "истинное величие" этого спорного и столь противоречивого по своим воздействиям физика-философа, руководили им в его собственной исследовательской работе.

Без скептического отношения к механистическому пониманию природы, которое господствовало среди физиков уходящего XIX столетия, Эйнштейн был бы не в состоянии так решительно изменить представление о движении, времени, пространстве и гравитации, как он сделал это в теории относительности. Без духовной независимости от существовавших столетиями, освященных философией предрассудков он никогда не смог бы создать свою модель замкнутой вселенной, что привело к перевороту в космологическом мышлении. Этот переворот можно сравнить только с переворотом, который произвело учение Коперника.

Всем делом своей жизни Эйнштейн, относившийся к результатам своей работы так же критически, как и к результатам других исследователей, подтвердил высказывание химика Вильгельма Оствальда: "Сомнение не только разрешено исследователю, оно является его первейшей заповедью. Пиетет же противопоказан его искусству". Он следовал при этом словам Лихтенберга, бессмертные афоризмы которого высоко ценил: "Общепризнанные

мнения и то, что каждый считает делом давно решенным, чаще всего заслуживают исследования".

Не удивительно, что Эйнштейн не принимал всерьез тех ученых и философов, которые слыли непогрешимыми. Он высмеял их в одном из афоризмов для Лео Бека: "Тот, кто пытается прослыть незыблемым авторитетом в сфере истины и познания, терпит крушение под хохот богов".

В своем поведении в обществе знаменитый физик также часто отступал от принятых правил. Он имел смелость быть самим собой и делать то, что думал. Людей сверхпредусмотрительных и робких, опасавшихся открыто высказывать собственное мнение из страха, что это может повредить им в будущем, он презирал и высмеивал их в остроумных стихах. Он придавал столь мало значения внешним формам, которыми буржуазное общество пытается прикрыть свою пустоту, что это приводило иногда к забавным недоразумениям.

Все эти своеобразные черты его характера начали формироваться еще в ранней юности.

Эйнштейн не был вундеркиндом, подобно Гауссу или Амперу. Он научился говорить относительно поздно и говорил так медленно и задумчиво, что его школьные друзья поэтому - а также из-за его любви к справедливости прозвали его бидермайером (филистером). Он также не был гением-полиглотом, как Генрих Герц или Мария Склодовская. В средней школе он мало выделялся. Даже учитель литературы, у которого он учился охотно и прилежно, пятнадцатью годами позже, когда Эйнштейн посетил его, не вспомнил, что основатель теории относительности был его учеником: с молодым профессором, одетым едва ли в соответствии со своим званием, он обошелся как с нежелательным просителем.

При своей склонности к одиночеству юноша плохо переносил полувоенный школьный порядок баварской государственной гимназии. Классный руководитель нередко упрекал его в том, что он вредит себе своей манерой выражать почтение вышестоящим. Так что ему не стали

чинить помех, когда он, предъявив врачебную справку, в которой рекомендовалась перемена климата, весной 1895 года оставил школу, чтобы уехать к своим родителям в Северную Италию.

Молодой эмигрант покинул родину с чувством глубокой неприязни к немецкому "солдафонству", как он сказал позднее, к милитаристской трескотне, к тупой маршировке баварских и прусских военных отрядов, которую он наблюдал "а улицах Мюнхена. Учитель казался ему лейтенантом, школа - казармой, где людей делают бездушными автоматами. Ему пришлось также столкнуться и с немецким антисемитизмом, хотя еще в сравнительно мягких формах.

Вскоре после своего прибытия в Милан бывший гимназист попросил отца добыть для "его (он был еще несовершеннолетним) освобождение от германского гражданства. Он больше не желал быть гражданином государства, в котором военное дело и политика железа и крови прославлялись так, как это делалось в империи Бисмарка и Вильгельма II.

С родины, из общины Ульма, Герману Эйнштейну пришел ответ на его просьбу: она освобождает его сына от вюртембергского гражданства с начала 1896 года. Альберт не имел подданства пять лет, пока в 1901 году на свои сбережения не купил швейцарское подданство. Сведения некоторых биографов, что Эйнштейн в это же время вышел из еврейской религиозной общины, неверны.

Под влиянием занятий в электротехнической мастерской своего отца Альберт решил изучать инженерные науки в Высшей технической школе в Цюрихе. Поскольку у него не было аттестата зрелости, он должен был подвергнуться особому вступительному экзамену. Он выдержал экзамен по физике и математике, но провалился на описательном естествознании и языках. Следуя совету ректора, он посещал последний класс школы кантона Аарау и получил там аттестат.

Осенью 1896 года, в Цюрихе Эйнштейн начал учебу в Высшей технической школе. Он решил стать учителем физики, В период его учения были сделаны те великие открытия, которые потрясли до основания старое здание мировой

физики.

Родители почти не могли материально поддержать сына. Поэтому Эйнштейн в студенческие годы вынужден был отказываться от многого необходимого. Он часто голодал. Недоедание впоследствии неблагоприятно отразилось на состоянии его здоровья.

Будущий великий ученый относился к занятиям не совсем обычным способом. Лекциями по математике он пренебрегал в такой степени, что его учитель Герман Минковский, будучи ошеломлен теорией относительности, сказал Максу Борну: "Ах, Эйнштейн! Это тот, который всегда отлынивал от лекций, л не стал бы ему доверять!"

Хотя Эйнштейн и не принадлежал к прилежным слушателям лекций, он все же отнюдь не был лентяем. Он усиленно занимался самоподготовкой, что больше отвечало его склонности к размышлениям. Вдумчиво, оценивающе знакомился он с главными трудами Больцмана, Гельмгольца, Герца, Кирхгофа, Лоренца, Маха и Максвелла. Особенно глубокое впечатление на него, как и на других молодых физиков XIX столетия, произвели работы Маха, прежде всего "Механика".

Как и Планк в период профессуры в Киле, Эйнштейн в студенческие годы в Цюрихе был восторженным приверженцем австрийского физика-философа. В отличие от Планка он позднее лишь частично освободился от влияния теоретико-познавательных взглядов Маха. И в последние годы жизни он восхвалял "Механику" Маха как "революционный труд". Содержащаяся там критика основных понятий и законов классической физики и требование допускать в физической науке лишь строго поддающиеся наблюдению величины оказали вначале плодотворное воздействие на исследование Эйнштейном проблем относительности.

После выпускного экзамена молодой учитель физики два года не имел постоянного места. Его заветное желание стать ассистентом в Высшей технической школе Цюриха не исполнилось: в последний момент ему предпочли другого кандидата. По его мнению, из-за своего

стремления к независимости он "пришелся не ко двору" среди преподавателей; поэтому его обошли, когда освободилось место ассистента. Напрасно пытался он то там, то здесь найти подходящее занятие.

Недавно найденные письма свидетельствуют, что весной 1901 года Эйнштейн из Милана, где он жил у родителей, обратился к Вильгельму Оствальду в Лейпциг. Он послал знаменитому физико-химику оттиск своей первой публикации и просил найти возможность использовать его в качестве ассистента, как "математика-физика, знакомого с абсолютными измерениями". Он писал, что не имеет средств и только подобное место может обеспечить ему дальнейшее образование. Герман Эйнштейн поддержал просьбу сына в трогательном письме.

Не известно, был ли получен ответ на эти письма. Во всяком случае, не имеющий места молодой человек был счастлив, когда получил возможность преподавать в течение двух месяцев в профессиональной школе в Винтертуре, замещая учителя, который должен был пройти военные сборы. На этом возможность заработать на хлеб была исчерпана. Вычислительными работами для обсерватории он зарабатывал лишь на карманные расходы. Попытка устроиться воспитателем в интернат в Шаффгаузене закончилась неудачей из-за расхождения в мнениях с руководителями заведения.

По рекомендации отца своего школьного товарища Эйнштейн в 1902 году получил в Патентном бюро в Берне место "технического эксперта". Он должен был проверять патентные заявки " выписывать свидетельства. Работа в качестве "патентованного батрака", как он шутливо говорил, гарантировала ему средства к жизни "а многие годы. Одновременно она побуждала его к размышлениям над физико-техническими проблемами, к которым у него всегда была живая склонность. Еще и в берлинские годы Эйнштейн занимался мелкими изобретениями и охотно мастерил приборы.

Работа оставляла ему достаточно времени для научных размышлений. Эйнштейн являл собою тип мыслящего исследователя. Он мало читал, но

много думал. В "счастливые бернские годы", как он их сам называл, он, однако, планомерно знакомился с произведениями преимущественно гносеологического содержания. По предложению студента-философа Мориса Соловина был основан философский кружок, членами которого, кроме Соловина, стали Эйнштейн и математик Конрад Габихт. Друзья назвали его гордо я иронично "Академия Олимпия".

Письма, которые Эйнштейн на протяжении всей своей жизни писал Соловину и которые были опубликованы в факсимильной репродукции, принадлежат к прекраснейшим эйнштейновским документам. Во введении Соловин перечислил книги, которые были совместно прочитаны тремя "академиками". Это были сочинения Пирсона, Маха, Юма, Спинозы, Джона Стюарта Милля, Рихарда Авенариуса, Ампера, Гельмгольца, Римана, Дедекинда, Пуанкаре и других. По прочтении половины страницы, иногда даже одной фразы нередко начинались многодневные дискуссии. Понятия субстанции и причины у Юма "академики" обсуждали несколько недель. На повестке дня заседаний были также выдающиеся произведения художественной литературы, среди них "Дон Кихот" Сервантеса. Для разнообразия Эйнштейн играл на скрипке.

Глубокое изучение трудов, которые большей частью не могут быть причислены к материалистическому направлению, пробудило или усилило определенные идеалистические черты во взглядах Эйнштейна, сохранившиеся и в более поздние годы. Тем не менее эти занятия с целью самосовершенствования послужили для ученого своеобразной тренировкой, способствовали успеху исследований, результаты которых были представлены научной общественности в 1905 году. В этом же году "Академия Олимпия" после трехлетнего существования прекратила свою деятельность, так как Габихт и Соловин покинули Берн.

Вскоре после этого Эйнштейн выступил с тремя большими группами теоретических открытий, которые привели к новому взгляду на природу и обогатили сокровищницу достижений

физики.

Первыми по времени им были начаты исследования в области молекулярной физики, прежде всего кинетической теории теплоты. В 1905 году Эйнштейн впервые дал полное и законченное толкование колебательного явления, которое, собственно, было давно известно, но не получило еще математического оформления.

Речь шла о том беспорядочном зигзагообразном движении мельчайших взвешенных частиц, которое в 1827 году заметил английский ботаник Роберт Броун, наблюдая цветочную пыльцу под микроскопам. В его честь оно было названо броуновским движением. Физика рассматривала его как следствие термически обусловленных беспорядочных толчков, испытываемых видимыми под микроскопом частицами со стороны невидимых молекул.

Не зная предшествующих исследовательских работ, Эйнштейн путем теоретических размышлений пришел к точному математическому изображению взаимозависимости, существующей между скоростью движения частиц, их величиной и вязкостью применяемой жидкой среды. Предложенный им новый метод определения размеров молекул и его формула давали возможность непосредственно считать молекулы.

Отправным пунктом для выводов Эйнштейна послужили результаты исследований польского физика Смолуховского, поддержавшего статистическим толкованием броуновского движения предложенную Больцманом кинетическую теорию атома.

"Эйнштейновский закон броуновского движения", как его обычно сегодня называют, уже через три года, в 1908 году, был убедительно подтвержден блестящими опытами французского физика-экспериментатора Жана Перрена, который позднее получил за эту работу Нобелевскую премию. Главным образом благодаря этим открытиям Вильгельм Оствальд, один из упорнейших противников теории атома, был наконец "обращен в атомизм", как он писал

в своем дневнике осенью 1908 года.

Великий атомист Людвиг Больцман не был свидетелем этого и последующих триумфов атомной теории. В 1906 году он в припадке отчаяния покончил жизнь самоубийством. Он был убежден, что отстаиваемое им учение об атомах завоюет признание только в отдаленном будущем.

Вкладу Эйнштейна в молекулярную физику при оценке достижений этого необычайно многостороннего исследователя часто уделяется слишком мало внимания. Однако его значительность позволила Максу Борну сказать, что Эйнштейн, самостоятельно разрабатывая вопрос, заново открыл все основные направления статистической механики.

Исследования Эйнштейна по кинетической теории теплоты важны также в философском отношении. Со времен Демокрита, Эпикура и Лукреция атомизм так тесно связан с материалистическим пониманием природы, что каждое подтверждение атомистических представлений, как правило, служило укреплению позиций философского материализма. Результаты исследований Эйнштейна в молекулярной физике также способствовали подтверждению материалистического взгляда на природу.

Важное значение имеет предисловие Эйнштейна к предпринятому Германом Дильсом изданию знаменитого материалистического трактата в стихах "О природе вещей" Лукреция. Эйнштейн высоко оценил гносеологическое и этическое значения материалистических воззрений римского поэта-философа. Он отметил стремление Лукреция освободить людей от рабского страха, который порождался религией и суевериями и использовался церковниками для своих целей.

Второй большой комплекс исследований, с которыми Эйнштейн вступал в научную жизнь, непосредственно связан с квантовой гипотезой Планка " основывается на ней. К этому времени прошло уже почти пять лет с момента открытия элементарного кванта действия, однако физики почти не уделяли ему внимания и не оценили

этого открытия или не сделали выводов из него.

Планк относил свою квантовую формулу только к рассматриваемым им законам теплового излучения "черного тела". Эйнштейн предположил, что здесь речь идет о естественной закономерности всеобщего характера. В элементарном кванте действия h Эйнштейн видел свойство света. Не оглядываясь на господствующие в оптике взгляды, он применил гипотезу Планка к свету, придя к выводу, что следует признать корпускулярную структуру света.

Квантовая теория света, или фотонная теория Эйнштейна, утверждала, что свет есть постоянно распространяющееся в мировом пространстве волновое явление, что вместе с тем световая энергия, чтобы быть физически действенной, концентрируется лишь в определенных местах, по образному выражению Эйнштейна, как бы в форме "горошин".

Поэтому свет имеет прерывную, "горошинообразную" структуру. Он может рассматриваться как поток самостоятельно существующих и самостоятельно действующих неделимых энергетических зерен, световых квантов, или фотонов. Их энергия определяется элементарным квантом действия Планка и соответствующим числом колебаний. Свет различной окраски состоит из световых квантов различной энергии, то есть, если говорить образно, световых "горошин" различной величины и массы.

Эта теория Эйнштейна, развитая им с наглядностью, напоминающей о Фарадее, была с точки зрения философии антитезой взглядам на оптику Гюйгенса и Френеля. В результате стал возможным блестящий диалектический синтез волновой теории света и корпускулярной теории света Ньютона на новой, более высокой ступени естественнонаучного познания.

Эйнштейновское представление о световых квантах помогло понять и наглядно представить - по аналогии с разрывом снаряда - законы фотоэффекта, который впервые наблюдал Герц и который подробнее исследовали Галлвакс и

Ленард. Поскольку коротковолновый, ультрафиолетовый свет состоит из богатых энергией световых квантов - образно говоря, из больших и тяжелых световых горошин, - то электроны, вырванные из поверхности металла под воздействием этих световых квантов, должны двигаться с гораздо большей скоростью, чем при длинноволновом свете, который состоит из световых квантов, менее богатых энергией, - из мелких и легких световых горошин. Правильность такого толкования фотоэлектрического эффекта (за эту работу Эйнштейн в 1922 году получил Нобелевскую премию по физике) через десять лет получила подтверждение в экспериментах американского физика Милликена. Открытое в 1923 году другим физиком из США, Комптоном, и названное в его честь явление, которое отмечается при воздействии очень жесткими рентгеновскими лучами на атомы со свободными электронами, вновь и окончательно подтвердило квантовую теорию света. С этих пор она относится к наиболее подтвержденным экспериментально физическим теориям.

Среди современных физиков вначале лишь очень немногие признали фотонную теорию: среди них физик-экспериментатор Штарк, который позднее - в других областях - выступал как ярый противник Эйнштейна.

Как далеко обогнал Эйнштейн со своим квантовым учением физическую мысль того времени, показывает одна из работ Планка 1910 года. В ней подчеркивается, что к корпускулярной теории света следует относиться с "величайшей осмотрительностью". Планк придерживался мнения, что дифференциальные уравнения Максвелла - Герца для пустого пространства не согласуются с существованием в вакууме самостоятельных энергетических квантов.

Понять позицию Планка позволяет ходатайство, в котором он при поддержке Нернста, Рубенса и Варбурга рекомендовал избрать Эйнштейна действительным членом Берлинской Академии наук. Планк просит отнестись снисходительно к тому, что Эйнштейн

"в своих спекуляциях может иногда заходить слишком далеко", приводя в качестве примера "гипотезу световых квантов".

Представление о световых квантах образовало один из наиболее фундаментальных вкладов в квантовую теорию. Уже поэтому Эйнштейн должен рассматриваться как один из величайших ее создателей. Теория Эйнштейна, развивающая взгляды Планка, позволила Нильсу Бору создать его всемирно известную модель атома. Гениальные идеи Луи де Бройля о "волнах материи" также исходили непосредственно из эйнштейновского представления о световых квантах и были бы без них невозможны.

Как и все великие естественнонаучные открытия, новое учение о свете имело теоретико-познавательное значение. Старое метафизическое положение о непрерывности природных процессов, которое было основательно поколеблено Планком, Эйнштейн отбросил в гораздо более обширной области физических явлений. В противоречивости света, предстающего и как волна, и как частица, диалектика природы проявилась особенно наглядным и убедительным образом.

В течение почти двух десятилетий после создания квантовой гипотезы света и квантовой теории специфической теплоты твердых тел Эйнштейн творчески развивал квантовую теорию. Исходя из планковского закона излучения, Эйнштейн в 1917 году пришел к мысли об "индуцированной эмиссии", ставшей теоретическим отправным пунктом современной мазерной и лазерной техники.

Третья крупная теоретическая конструкция, над построением которой ломал голову в свободное время 26-летний "батрак" из Патентного бюро и которая принесла ему всемирную славу, - новое учение о времени, пространстве, движении, массе и энергии. Теория относительности стала наиболее известным, но поначалу вызывавшим наибольшие споры достижением Эйнштейна.

Работа "К электродинамике движущихся тел", напечатанная в 1905 году в "Анналах физики", является основным исходным документом

релятивистской картины природы.

Было бы односторонне и неверно рассматривать Эйнштейна исключительно как творца теории относительности, как это иногда происходит. Он был первооткрывателем и в других областях. Вместе с тем было бы несправедливо оставлять без внимания то, что Лоренц, Пуанкаре и некоторые другие математики-физики уже провели существенные подготовительные разработки для теории относительности. Но Эйнштейн сделал последний шаг для решения назревшей проблемы. Сделать этот шаг были неспособны ни Лоренц, бывший сторонником механистического материализма, ни Пуанкаре, остававшийся в плену субъективно-идеалистических воззрений.

Созданная Эйнштейном теория относительности вторгалась в господствующие взгляды на природу глубже, чем все остальные его открытия. Здесь речь шла о вопросах времени и пространства. Ни одна физическая теория, писал Лауэ в своей "Истории физики", не волновала и не возбуждала умы со времен античности так, как это вторжение в привычные представления о пространстве и времени.

Нечто подобное должны были испытать Аристарх Самосский и Коперник, когда они разрушали сложившийся порядок в мироздании, и великие геологи XVIII...XX столетий, когда они подвергали сомнению освященный Библией счет времени. И это повторилось теперь с теорией относительности, выдвинувшей совершенно новое понимание времени и пространства.

Теория относительности Эйнштейна возникла непосредственно из неудач классической теории. Ее первые предпосылки мы находим в отдаленном прошлом. В Мюнхене 13-летний Эйнштейн благодаря "Естественнонаучным книгам для народа" обратил внимание на скорость света. В Аарау он размышлял над тем, что, собственно, наблюдалось бы, если бы можно было следовать за световой волной со скоростью света. Не должно ли было бы, как выразит он это позднее, предстать перед нами "не зависящее от времени волновое поле": словно остановившаяся, оцепеневшая в движении

световая волна? "Такое все-таки кажется невозможным!"

Переворот, который теория относительности осуществила в естественнонаучном и философском мышлении, может быть оценен во всем своем объеме только тогда, когда мы представим себе воззрения на время, пространство и движение, которые до выступления Эйнштейна считались вечными истинами.

Ньютон учил, что есть "абсолютное, истинное и математическое время", текущее однообразно, "без связи с каким-либо внешним предметом". Достаточно было представить себе космические стандартные часы, по которым можно было бы в любом месте вселенной узнавать о состоянии времени. Точно так же Ньютон говорил об "абсолютном пространстве". Он рассматривал его как своего рода емкость, которая "без связи с каким-либо внешним предметом постоянно остается одинаковой и неподвижной". Для Ньютона существовало также "абсолютное движение": перемещение некоторого тела с одного абсолютного места на другое абсолютное место.

Такой глубокий мыслитель, как Лейбниц, сомневался в правомерности этих взглядов Ньютона. Но до Маха ни одному физику не приходила мысль подвергать сомнению ньютоновские догмы абсолютного времени, абсолютного пространства и абсолютного движения.

В 1871 году Мах указал на то, что наши представления о времени мы получаем "через зависимость вещей друг от друга", в наших представлениях о времени выражается "глубочайшая и всеобщая зависимость вещей". Понятие абсолютного времени есть пустое "метафизическое" понятие, "понятие-чудовище". Сходным образом отрицает он ньютоновские идеи абсолютного пространства и абсолютного движения как безнадежные идеи, не имеющие никакого физического смысла.

Гносеолог Людвиг Ланге, ученик лейпцигского психолога Вильгельма Вундта, присоединился к маховской критике и творчески развил ее в своей

работе "Историческое развитие понятия движения и его возможный конечный результат". Этот труд Макс фон Лауэ считал одним из верстовых столбов на пути физической мысли от Коперника до Эйнштейна.

Критика Махом классических понятий времени, пространства и движения была важна для Эйнштейна в гносеологическом аспекте. "Несмотря на то что сегодня Мах по праву расценивается как идеалистический философ, - заметил по этому поводу Леопольд Инфельд, - не может быть сомнения, что его специальный физический анализ механики сыграл определенную роль в развитии физики, ведущем к теории относительности". Эйнштейн также неоднократно высказывал подобные мысли: так, в некрологе в 1916 году он оценил Маха как предтечу теории относительности.

Конечно, критика Ньютона Махом была только одной из предпосылок создания теории относительности. В области теоретической физики особое значение имела электродинамика Максвелла и Герца: в той форме, которую придал ей голландец Хендрик Антон Лоренц путем введения закона взаимодействия электромагнитного поля и электронов. На этом фундаменте Эйнштейн возводил здание своей теории.

В области экспериментальной физики заслуживает внимания опыт Майкельсона. Для создания теории относительности он сыграл такую же роль, как в свое время попытки построить, вечный двигатель для установления принципа сохранения энергии.

Опыт, предпринятый Майкельсоном в 1881 году в Берлине и Потсдаме и давший вполне убедительные результаты после повторения в 1887 году вместе с Морли в США, должен был служить для измерения абсолютной скорости Земли во вселенной.

Исходя из предпосылки, что существует покоящийся световой эфир, физики высказали предположение, что при движении земного шара через этот эфир должен быть заметен "эфирный ветер", подобно тому, как при быстрой езде в автомобиле заметен ветер даже лри спокойном

воздухе. Рассеяние световых волн из-за эфирного ветра должно было, как полагали, показать в измеримых величинах перемену скорости света, если от наземного источника света будут посланы световые сигналы в разных направлениях. Таким образом можно было измерить оптическим путем скорость Земли относительно покоящегося эфира и тем самым одновременно относительно абсолютного пространства.

Несмотря на то что зеркальный интерферометр, гениально придуманный и с непревзойденной тщательностью и точностью построенный Майкельсоном, должен был показать даже крохотную долю действия, которое ожидалось теоретически, всякий эффект отсутствовал. Повторение эксперимента Морли и Миллером в 1904 году также дало негативный результат: не проявилось никакого признака или воздействия эфирного ветра. Скорость света в пустом пространстве оказалась при всех условиях опыта неизменной по времени. Она была независимо от направления одинакова и равна примерно 300 тыс. километров в секунду.

Исход эксперимента Майкельсона не согласовывался с господствующим представлением о световом эфире. Он очень разочаровал физиков. Но, как каждое разочарование, если только оно основательно и окончательно, он означал также шаг вперед.

Вначале пытались разобраться с опытом Майкельсона и его загадочным результатом в рамках механистической картины природы. Новые факты исследований постоянной скорости света пытались привести в соответствие со старыми теоретическими положениями. Эти попытки делал прежде всего Лоренц, в мышлении которого глубоко укоренился механистический взгляд на природу.

Лоренц примкнул к гипотезе, выдвинутой до него ирландским физиком Фитцджеральдом, который предполагал, что предметы укорачиваются в направлении своего движения соответственно их скорости в абсолютно неподвижном эфире. Благодаря этому изменению формы - как результату движения в эфире и в

соответствии с массой, которая определяется через скорость, временное различие выравнивается и тем самым устраняется действие эфирного ветра. Если дело обстоит именно так, опыт Майкельсона не мог дать никакого иного результата. Лоренц также учил вычислению по формуле притяжения тел, названному в его честь "преобразованием Лоренца".

Толкование, которое Лоренц давал своей формуле, не могло, однако, удовлетворить физиков, в особенности потому, что тем самым система, покоящаяся в эфире, являлась как бы привилегированной относительно всех других. Законы механики должны были бы произвольно быть во многом изменены, чтобы такое положение вещей - для которого не было достаточных оснований считалось верным. Контракционная гипотеза осталась чисто механистической попыткой толкования. Она была достойна удивления, но казалась искусственной и малоубедительной.

Специальная теория относительности, как называлась теория Эйнштейна в ее первой стадии, сразу и основательно решила загадку опыта Майкельсона. Эйнштейн перевернул ход мыслей Лоренца: он возвел принцип постоянства скорости света в пустом пространстве, являвшийся у Лоренца следствием, в ранг естественного закона и поставил его как фундаментальное положение в начале всех рассуждений.

Принцип относительности, установленный Галилеем и Ньютоном для механического движения, Эйнштейн перенес из механики в электродинамику движущихся тел. При этом следовало при переходе к другой системе связей соответственно изменить и значение времени, которое у Галилея и Ньютона оставалось неизменным.

Величины времени и величины пространства, выступавшие в классической физике как самостоятельные, были теперь связаны друг с другом посредством скорости света, "сплавлены", как сказал Планк. Или, выражаясь иначе: измерения пространства и времени были объединены в теории относительности под углом

зрения независимой от направления постоянной скорости света в вакууме.

Материальный световой эфир был для этого представления не только ненужным, но даже несовместимым с ним. Максвелловское толкование электромагнитного поля как особого состояния в эфире стало беспредметным. Электромагнитное поле, которое уже Фарадей рассматривал как нечто действительное, ощутимое, предметное, в эйнштейновской картине мира, лишенной эфира, окончательно получило характер объективной физической реальности, которая независима от всего вещественного.

Поле выступало наравне с телами. На это постоянно настойчиво указывал Лауэ, в последний раз в 1959 году в своем докладе "Теория познания и теория относительности".

Эти представления Эйнштейна уводили физику далеко вперед. В остальном он мог включить электромагнитную теорию света Максвелла, расширенную Лоренцом, без изменения как готовый раздел в свою теорию относительности.

Лоренц разработал также и математический аппарат: правила вычисления, делающие возможными преобразования естественных законов в тождественных системах, движущихся с равномерной скоростью. Свои уравнения, "преобразования Лоренца", выведенные из максвелловских уравнений электромагнитного поля, сам Лоренц толковал еще механистически и тем самым ошибочно: из различных замеров времени и длин правильным каждый раз будет только один; все остальные искажены эфирным ветром.

Истинный физический смысл преобразований Лоренца впервые раскрыл Эйнштейн. Он объявил равноценными все эти измерения. Каждое верно для той системы, к которой оно относится. Мнимое время преобразований Лоренца есть действительное время. Таким образом, уравнения Лоренца предстали в новом свете. Они были освобождены от шатких лесов механицизма и поставлены на твердую основу диалектики.

Исходя из факта, что абсолютную

одновременность двух пространственно отдаленных друг от друга событий физически невозможно представить, так как не существует бесконечно большой скорости сигналов, Эйнштейн сделал вывод, что понятие абсолютной одновременности и выводимое из него понятие абсолютного времени не имеют физического смысла. Требование Маха исключать из физической науки "бессмысленные", то есть не проверяемые опытом, понятия сыграло при этом важную роль.

Ни один физик до Эйнштейна не придал значения гносеологическим следствиям, которые вытекают для проблемы времени из конечной величины скорости света как наибольшей скорости сигналов. То, что скорость света величина не бесконечная, как думал еще Декарт, было известно со времен измерений датского астронома Рёмера, современника Ньютона и Гюйгенса. Лоренц, который ввел понятие "относительное время" в электродинамику, остановился на полпути, не сумев преодолеть механистические предрассудки. Только Эйнштейн существенно способствовал решению вопроса.

Теория относительности впервые за всю историю физического мышления послужила серьезным подтверждением мысли Маркса - высказанной им в 1859 году в другой связи - о времени как количественном бытии движения. Естественнонаучное и теоретико-познавательное значение эйнштейновского понимания времени состояло именно в том, что оно устранило традиционное представление об абсолютном, независимом от движущихся предметов, одинаково действительном для всех систем универсальном времени.

По теории относительности нет предметов без времени и нет времени без предметов. Во вселенной существуют лишь собственные времена различных материальных систем. Эти времена точно совпадают друг с другом только тогда, когда соответствующие системы находятся относительно друг друга в покое.

Релятивистское представление о времени привело к выводу, который для классического физического мышления был совершенно

невозможен в движущихся системах время протекает медленнее, чем в тех, которые в отношении к ним находятся в покое.

Быстро движущиеся часы - безразлично, идет ли речь о механических, атомных или световых часах, - отстают, таким образом, в своем ходе от тех часов, которые по сравнению с ними покоятся. Эйнштейн в 1905 году привел в этой связи пример: часы на экваторе идут чуть медленнее, чем точно такие же часы на одном из полюсов Земли. Это явление называют релятивистским растяжением (дилатацией) времени.

Если, например, космонавт в космическом корабле сможет совершить длительное путешествие во вселенной со скоростью, близкой по величине к скорости света, то он по возвращении на Землю будет менее постаревшим, чем его оставшиеся ровесники. Его часы - и часы его жизни - шли бы медленнее, чем на Земле.

Этот "парадокс времени", называемый также парадоксом близнецов, потому что он чаще всего разъясняется на примере, в котором говорится о братьях-близнецах, поставил перед мышлением особенно высокие требования. Он годами стоял в центре споров вокруг теории относительности, был предметом многих недоразумений и поводом ко многим шуткам, подвергался ожесточенным нападкам противников.

Однако в конце 30-х годов удалось физически доказать растяжение времени путем экспериментов с возбужденными атомами водорода и позднее на элементарных частицах космического излучения. При мезонном распаде космического излучения растяжение времени особенно впечатляюще из-за огромной скорости этих частиц. Результаты измерений точно соответствуют величинам, которые Эйнштейн предсказал теоретически.

Недавно парадокс времени был вновь блистательно подтвержден путем применения определенных эффектов физики ядра, которые открыл в 1958 году Рудольф Мессбауэр, мюнхенский физик-атомщик, получивший за это Нобелевскую премию, и которые в его честь

названы "эффектом Мессбауэра".

Теория относительности положила начало совершенно новому пониманию соотношения массы и скорости движения.

Механическая масса, понимаемая как инерционное сопротивление тел любому ускорению, считалась в классической физике неизменяемой во времени, постоянной. Она рассматривалась как некоторое количество, которое не может быть уменьшено или увеличено ни химическими, ни физическими воздействиями. Еще за десять лет до Эйнштейна Оствальд на собрании естествоиспытателей в Любеке указывал на этот фундаментальный тезис естествознания, не встретив ни малейших возражений Незадолго до этого Герц также разъяснил в своей "Механике" постоянство основных свойств инертной массы.

Из эйнштейновской теории относительности, однако, следует, что масса тела растет с увеличением скорости, что необходимо делать различие между массой покоящегося тела и массой движущегося. В сфере макрофизики, физики больших тел и малых скоростей, возрастание массы в результате движения лежит далеко за границей измеримого. Поэтому оно остается незаметным. Напротив, в микромире, например, при быстром движении электронов возрастание массы достигает существенной величины, если скорость частицы приближается к скорости света в свободном пространстве.

Это явление уже в 1901 году наблюдал немецкий физик-экспериментатор Кауфман при опытах с отклонением быстрых электронов. Французские исследователи пришли к тем же результатам. Учение Эйнштейна теоретически объяснило эта эмпирические результаты. В области движения электронов было, таким образом, получено первое и на многие годы единственное экспериментальное доказательство выводов из специальной теории относительности.

Одно из величайших достижений специальной теории относительности признание того, что с, скорость света в свободном пространстве, образует верхнюю границу для всех мыслимых скоростей тел и для распространения всех

физических воздействий. Никакое сложение величин скоростей не может ни достигнуть, ни превысить по величине с, это значит: никакое тело, обладающее массой покоя, не может быть приведено в движение со скоростью, равной скорости света в вакууме или даже превышающей ее Для этого требовалась бы, как это следует из релятивистской динамики, бесконечно большая сила, что физически бессмысленно.

При этом в физической картине мира с, по выражению Эйнштейна, играет роль "недостижимой граничной скорости". Физически возможным является только асимптотическое приближение к величине скорости света в свободном пространстве Тем самым был дан ответ на вопрос, который так живо интересовал Эйнштейна в Аарау. Никто никогда не может наблюдать независимое от времени волновое поле, потому что, исходя из естественных законов, никакое тело, а также никакой самый быстрый космический корабль отдаленного будущего не в состоянии устремляться за световым лучом со скоростью света.

Эйнштейн показал, что с, величина, впервые измеренная на движениях световых квантов и поэтому названная "скоростью света", обладает фундаментальным значением для всех естественных процессов: как всеобщая абсолютная естественная константа. Тем самым он обосновал новую релятивистскую механику, в которую ньютоновские законы движения входят как частные законы: они справедливы для тел, скорость движения которых мала по сравнению со скоростью света в свободном пространстве. Или, говоря иначе, формулы классической механик" выводятся из уравнений релятивистской механики, если скорость света в вакууме рассматривается как бесконечно большая.

В 1905 году в работе "Зависит ли инерция тела от его энергетического содержания" Эйнштейн сделал вывод, научных последствий и общественно-политического воздействия которого поначалу никто не мог предвидеть. Эта статья объемом всего три печатных листа

содержит основные идеи учения о взаимоотношении между массой и энергией. По Эйнштейну, массу можно всегда свести к энергии, а энергию к массе. С излучением энергии связано соответствующее уменьшение массы покоя. При добавлении энергии возрастает и масса покоя. Лауэ считает справедливым, по меньшей мере для электрона, утверждение, что масса "есть не что иное, как форма энергии, которая при других обстоятельствах превращается в другие формы". Таким образом, положение о сохранении массы потеряло свою" самостоятельность; оно перешло в положение о сохранении и превращении энергии.

Диалектическая взаимосвязь массы я энергии отображена математически во всемирно известной формуле Эйнштейна: E = mc2 - энергия равна массе, умноженной на квадрат скорости света в свободном пространстве.

Эта формула открыла не замеченную до тех пор "эквивалентность" массы и энергии и дала физикам возможность выражать величину одной через другую. Для особого случая, инерции излучения внутри подвижного полого тела, еще за год до Эйнштейна австрийский физик Фридрих Газенёрль пришел к тому же результату; об инертности других или вообще всех видов энергии он, однако, не думал.

Утверждение, что Газенёрль, погибший в первой мирово" войне, открыл закон инерции энергии, является позднейшей легендой, которую распространял Ленард, не желавший признать, что этот фундаментальный закон атомной физики открыл "еврей Эйнштейн". Эта легенда косвенно была связана с его утверждением, что Рентген не был первооткрывателем рентгеновских лучей, хотя побудительные причины в данном случае были иными.

Учение об инерции энергии является одним из самых удивительных открытий естествознания. Оно есть результат чистого исследования основ науки, образец открытия, вырастающего из логики науки, а не вызванного какой-либо технической потребностью времени. При механических, тепловых и химических процессах в той мере, в которой ими технически

пользовались в начале столетия, изменения энергии тел столь незначительны, что соответствующие изменения массы ускользают от наблюдения и практически не имеют значения.

В одной из лекций, прочитанных в 1956 году, Гейзенберг сказал: "За пятьдесят лет, прошедших со времени создания теории относительности, эта гипотеза об эквивалентности массы и энергии революционизировала физику, а в те времена экспериментальных доказательств этого закона было очень мало. В наши дни можно во многих экспериментах непосредственно видеть, как элементарные частицы рождаются из кинетической энергии и как такие частицы могут снова исчезнуть, превратившись в излучение. Поэтому ныне превращение энергии в массу и наоборот не представляет собой ничего необыкновенного".

Эйнштейн не считал возможным, что его уравнение станет практически применимым еще при его жизни. Но после открытия расщепления урана Ганом и Штрасманом и соответствующих исследований по физике ядра, проведенных Ферми и Жолио-Кюри, эйнштейновская формула обрела в атомной физике зловещий практико-технический смысл: как ключ к раскрепощению энергии атомного ядра и тем самым - при господствующих политических отношениях - как важнейшее теоретическое основание для производства атомных бомб.

Положение об инерции энергии порождено творческой мыслью исследователя, который всю жизнь боролся с войной и ненавидел ее, считая ее преступлением и позором для культуры. И какой глубокий трагизм в том, что первое техническое применение этого закона природы по вине социального строя было совершено во зло - он был поставлен на службу новым дьявольским методам уничтожения людей. Первое разрушительное применение формулы Эйнштейна оттеснило поначалу на задний план в сознании общественности ее значение в использовании сил атома для мира и в том числе в исследовании энергетического баланса звезд.

Теория относительности 1905 года со всеми

выводами и следствиями сегодня принадлежит к экспериментально подтвержденным основам физики и почти превратилась в инженерную науку. Она имеет необычайно широкую сферу применения. Она, собственно, служит исчерпывающим толкованием физических экспериментов, пока не принимается во внимание сила тяжести. В ней содержится вся электродинамика. Она указывает путь в царство атомов. Ускорители частиц в ядерных институтах в Дубне, Женеве, Беркли и т.д. не могли бы работать и малейшую долю секунды, если бы учение Эйнштейна во всех составляющих его частях не было верным отражением действительности.

Как писал в одном из писем Макс Планк, эйнштейновская теория относительности "настолько высоко усовершенствовала и одновременно упростила строение теоретической физики, что последняя более немыслима без нее". Американские атомные бомбы 1945 года стали пробным камнем ее правоты. Они уничтожили последние сомнения и колебания многих ученых.

Известный французский физик Луи де Бройль так характеризовал методологическое значение теории относительности: "Она показала нам, что можно преодолевать кажущиеся неприступными препятствия и открывать неожиданные точки зрения, стоит только отказаться от предвзятых мнений, которые считаются справедливыми скорее в силу привычки, чем логики. Теория относительности была великолепным средством упражнять дух физиков".

Свое гениальное теоретическое открытие Эйнштейн осуществил будучи независимым ученым. Он не принадлежал ни к какому университету и в момент подготовки своей первой рукописи по теории относительности еще не имел докторской степени.

Не известно, удалось ли бы ему сохранить независимость и свободу мысли, столь необходимые для осуществления революции в физике, если бы он был тогда ассистентом какого-либо института. Сам Эйнштейн считал счастливым стечением обстоятельств то, что

первые годы его творческих исканий прошли "в мирском монастыре", как он шутливо называл Патентное бюро - на такой службе, которая оставляла ему достаточно времени и сил для занятий собственными научными проблемами.

Такой личный опыт объясняет позднейшие высказывания Эйнштейна, утверждавшего, что юные теоретики, особенно математики и философы, должны работать на маяках или брандерах. Он считал, что это даст дм твердый заработок и одновременно поможет углубленным занятиям наукой, избавив их от необходимости постоянно и как можно больше публиковаться, что было характерным для обычного академического пути и располагало молодых ученых к поверхностности, если они не обладали достаточной твердостью характера.

Лишь немногие физики тотчас же поняли эпохальное значение теории относительности. К их числу принадлежал Макс Планк, который стал одним из первых и величайших покровителей молодого ученого. "Вы были одним из самых деятельных зачинателей современной физики, - сказал Эйнштейн в 1929 году в своей речи по поводу золотого докторского юбилея Планка. - Вы первый выступили в защиту теории относительности".

Планк с самого начала указывал на организующее и созидательное начало принципа относительности, признавая, что оно преобладает над разлагающим и разрушительным его действием. К числу сторонников теории относительности быстро примкнули Зоммерфельд и Лауэ В 1911 году Лауэ издал первую книгу о принципе относительности, которая внесла существенный вклад в распространение учения Эйнштейна.

Среди противников теории относительности были прежде всего физики-экспериментаторы того типа, о котором Эйнштейн позднее сказал иронически: "Все, чему они научились к 81-му году своей жизни, - это эмпирия. О чем они услышали лишь позднее, есть теория и логика".

Одним из самых непримиримых врагов теории относительности был Филипп Ленард, до конца своей жизни защищавший механистическую

гипотезу эфира и даже открывший особый "проэфир". Однако исследователям масштаба и характера Рентгена или Вилли Вина переход к новому воззрению также готовил трудности и угрызения совести. Ученик Планка Макс Абрахам, один из последних представителей классической электродинамики, еще в 1920 году надеялся, что астрономические наблюдения опровергнут теорию относительности и тем самым честь "абсолютного" эфира будет восстановлена.

Примерно в это же время Рентген писал в одном из писем: "У меня все еще не укладывается в голове, что для объяснения природных явлений нужно употреблять такие совершенно абстрактные соображения и понятия". Даже Лоренцу, крупнейшему последователю специальной теории относительности, нелегко дался отказ от наглядного представления о покоящемся вещественном носителе световых волн.

В оформлении эйнштейновского принципа относительности участвовали многие математики и физики. Среди них в первую очередь должен быть назван Герман Минковский, учитель Эйнштейна в Цюрихе.

В своей работе "Основы электромагнетических процессов в движущихся телах" Минковский дал гениальной теории своего бывшего студента-прогульщика законченную математическую форму Минковскому принадлежит мысль, что пространство и время, по существу, должны рассматриваться как единство, как "союз". Три пространственные координаты связаны в единое целое с временной координатой в релятивистское пространство - время, в четырехмерный "мир".

Так же как позднее Зоммерфельд и Лауэ, Минковский в применении математических методов ушел настолько далеко от исходных представлений теории относительности, что Эйнштейн однажды, смеясь, заметил по этому поводу: "С тех пор как математики накинулись на мою теорию относительности, я ее больше сам не понимаю". Еще в 1910 году он рассматривал вклад Минковского в теорию относительности как поверхностное математическое дополнение и относился к нему, по свидетельству Борна,

откровенно отрицательно. Вскоре, однако, о" переменил это мнение.

В год его величайшего открытия - 1905 - Эйнштейн получил в Цюрихском университете степень доктора философии, защитив диссертацию по молекулярной физике. Его диссертация носила название: "Новое определение размеров молекул".

Три года спустя он получил право преподавания теоретической физики в Бернском университете. В своей конкурсной работе на соискание доцентуры "Следствия из закона сохранения энергии в излучении черного тела, касательно структуры излучения" он рассматривал вопросы квантовой теории света.

Видимые успехи приват-доцента, который продолжал работать в Патентном бюро, были незначительными. В первый семестр его преподавательской деятельности в аудитории сидели четверо слушателей, двое из них были приятелями лектора. Во втором семестре явился один студент, так что объявленная лекция не состоялась. Но после назначения Эйнштейна в 1909 году профессором Цюрихского университета быстро пришло признание.

Осенью 1908 года на собрании естествоиспытателей в Кёльне Минковский изложил релятивистское учение о пространстве - времени и привлек внимание специалистов к создателю теории относительности. Сделанный Эйнштейном год спустя на собрании естествоиспытателей в Зальцбурге доклад о квантовой теории света укрепил мнение о нем коллег как о выдающемся и многостороннем ученом.

В Цюрихском университете Эйнштейн преподавал только три семестра. Затем последовало почетное приглашение на кафедру теоретической физики в Немецкий университет в Праге, где долгие годы трудился Эрнст Мах. В этом приглашении, которое исходило из круга учеников Маха, важную роль сыграло то обстоятельство, что Эйнштейна считали сторонником взглядов Маха. Он сам способствовал этому мнению, объявляя себя в своих письмах учеником и почитателем Маха.

С женой Милевой, которая прежде училась вместе с ним и была родом из Южной Словении, и двумя маленькими сыновьями Эйнштейн три семестра провел в Праге. За триста лет до него в этом городе работал Иоганн Кеплер. Здесь путем упорных расчетов он вывел, основываясь на наблюдениях Тихо Браге за Марсом, два своих первых закона движения планет и написал "Новую астрономию".

Вступительная лекция, которую Эйнштейн читал в переполненной аудитории Института естествознания, произвела на слушателей глубокое впечатление. Их привлекла простая, неакадемическая манера изложения лектора, его живой юмор. Слушатели были немало удивлены тем, что теория относительности - это, оказывается, нечто очень простое.

В Праге в распоряжении Эйнштейна был прекрасный институт с богатой библиотекой. Особенно дружеские отношения связывали его с математиком Георгом Пиком, бывшим ассистентом Эрнста Маха, позднее замученным в концлагере Терезиенштадт. В отличие от большинства профессоров, державшихся высокомерно по отношению к студентам, Эйнштейн вел себя в общении со своими слушателями просто и непринужденно. Как сообщает в своих воспоминаниях философ и математик Кольман, который тогда посещал лекции Эйнштейна, молодой профессор со студентом, задавшим ему интересный вопрос, мог часами ходить по улице из конца в конец, иногда даже под проливным дождем.

Альберт Эйнштейн много общался в писательском кругу с Францем Кафкой и Максом Бродом. Макс Брод писал в автобиографии, что основатель теории относительности меньше всего походил на "ортодоксального эйнштейнианца". Вызывала восхищение легкость, с которой он в споре, "экспериментируя, менял свою точку зрения. Ради опыта он вставал на противоположные позиции и заново рассматривал целое уже под другим углом". Казалось, что Эйнштейну даже доставляет удовольствие, продолжает Брод, "с неустанной отвагой пробовать все возможности научного

рассмотрения какого-либо предмета". Он не уклонялся от многосторонности и все же оставался при этом "уверенным и мыслил творчески".

Осенью 1911 года Эйнштейн принимал участие в первом Сольвеевском конгрессе в Брюсселе, посвященном вопросам исследования атома. Вместе с Газенёрлем, который стал преемником Больцмана в Венском университете, Эйнштейн представлял теоретическую физику Австрии. Здесь встретились такие известные физики, как Мария Кюри, Ланжевен, Пуанкаре, Перрен, Резерфорд, Лоренц, Камерлинг-Оннес, Нернст, Планк, Рубенс, Вилли Вин, Эмиль Варбург, Арнольд Зоммерфельд и другие.

К этому же периоду относится посещение Эйнштейном столь уважаемого им критика ньютоновской механики, жившего в Вене. Его беседа с 75-летним физиком-философом, "гениальными исследованиями основ механики" которого он восхищался, вращалась главным образом вокруг роли "экономии мышления" и вопроса о формировании понятий в физике: в этих пунктах Эйнштейн был не совсем согласен с Махом. В какой мере он в это время склонялся к теории познания Маха и был готов поддерживать его философские устремления, ясно из того, что он вместе с Махом и другими представителями эмпириокритицизма подписал воззвание, способствовавшее возникновению Общества позитивистской философии. В числе ученых, подписавших это воззвание, были знаменитые гёттингенские математики: Феликс Клейн, Давид Гильберт и венский психиатр Зигмунд Фрейд.

Позднее Эйнштейну стала ясна ограниченность эмпиризма и он занял критическую позицию по отношению к теоретико-познавательным воззрениям Маха. В первую очередь он порицал Маха за то, что тот "неверно осветил конструктивную и спекулятивную по своему существу природу мышления, в особенности научного мышления, и вследствие этого осудил теорию именно в тех разделах, в которых конструктивно-спекулятивный характер выявляется со всей определенностью, как, например, в кинетической

теории атома". Эйнштейн не видел или не признавал того, что основная философская ошибка Маха состояла в субъективном идеализме, как исчерпывающе доказал это В.И. Ленин в "Материализме и эмпириокритицизме".

Летом 1912 года Альберт Эйнштейн возвратился в Цюрих, где в Высшей технической школе была создана кафедра математической физики. Наряду с Марией Кюри его кандидатуру поддержал Анри Пуанкаре, который писал: "Господин Эйнштейн - один из оригинальнейших умов, которые я когда-либо знал; несмотря на свою молодость, он уже занимает в высшей степени почетное место среди ученых своего времени. Будущее принесет все новые и новые доказательства ценности, какую представляет собой господин Эйнштейн. Институт, сумевший привлечь его в свои стены, может быть уверен, что ему сделает честь сотрудничество с молодым ученым".

Пражский период был отмечен для Эйнштейна новым научным достижением. Исходя из своего принципа относительности, сформулированного в 1905 году, он в 1911 году в статье "О влиянии силы тяжести на распространение света" опубликовал первый вариант общей теории относительности. В этой работе уже содержался вывод, положивший начало известности Эйнштейна: световые лучи, исходящие от звезд, искривляются рядом с краем солнца, так как свет обладает инерцией и в поле тяготения солнца изменяется структура пространства.

Во время своей второй цюрихской профессуры Эйнштейн занимался разработкой математического аппарата, который был необходим для дальнейшего развития теории относительности и для построения нового, релятивистского учения о гравитации. Его большей частью приходилось создавать заново. Несмотря "а то что Эйнштейн никогда не относился к "хорошим математикам", он становится теперь также усердным и творчески мыслящим математиком.

Математика никогда не была для Эйнштейна самоцелью. В последние годы своей жизни он

писал Лауэ: "Удивительна сама по себе возможность математически овладеть предметом, не зная действительного существа дела". Эйнштейна же всегда интересовало в первую очередь существо дела, содержание. "Главное все же содержание, а не математика", - сказал он одному из своих учеников в Цюрихе и добавил: "При помощи математики можно, собственно говоря, доказать все".

В выборе необходимых математических методов и в их применении Эйнштейну помогал его соученик Марсель Гросман, который в то время был профессором математики в том же учебном заведении, где преподавал Эйнштейн. Плодом их совместных трудов явилась рукопись "Набросок обобщенной теории относительности и теории гравитации". Математическая часть принадлежала Гросману, физическая - Эйнштейну. Эта работа была второй, после пражской теории, вехой на пути к общей теории относительности и учению о гравитации, которые были в основном закончены в Берлине в 1915 году.

Развитие релятивистского хода мыслей оказалось весьма утомительной, тяжелой и скучной работой. "Математические трудности, на которые наталкиваются, следуя этим мыслям, к сожалению, слишком велики и для меня", - заметил Эйнштейн в одном из писем Маху. Несколько позже, в июле 1913 года, он писал: "Этими днями Вы, вероятно, получили мою новую работу об относительности и гравитации, которая наконец-то готова после бесконечного труда и мучительных сомнений".

Подтверждением высокого авторитета, которым пользовался создатель теории относительности среди физиков, явилось избрание его в 1913 году действительным членом Берлинской Академии наук. Ему было тогда всего лишь 34 года. Он был приглашен занять место великого физико-химика, лауреата Нобелевской премии Вант-Гоффа, место, которого напрасно добивался Рентген.

Предложение о приглашении Эйнштейна исходило от Планка. "Вы решительно способствовали моему внешнему продвижению и

тому, что я получил такие условия работы, которые даются лишь немногим", - говорил Эйнштейн Планку в 1929 году, вспоминая свое приглашение в Берлин. Планк лично вместе с Нернстом ездил в Цюрих, чтобы склонить Эйнштейна принять место.

В Берлине Эйнштейн мог посвятить себя исключительно своим теоретическим исследованиям. Физический институт Общества кайзера Вильгельма по поощрению наук, которым он должен был руководить, существовал тогда только на бумаге. Он был основан в 1917 году, но лишь 20 лет спустя, когда Эйнштейн уже вновь покинул Берлин, получил собственные рабочие помещения. Эйнштейну было предоставлено право читать лекции и вести семинары по избранным им самим темам, не будучи обязанным принимать участие в каких-либо учебных мероприятиях или факультетской работе.

Таким образом, ему открывалось поле деятельности, которая наилучшим образом соответствовала его научным потребностям и его личным желаниям. Это побудило его преодолеть свое политическое неприятие империалистической Германии, от которой он отвернулся еще будучи школьником, принять избрание в Прусскую Академию наук и переехать в Берлин. Жена Милева и сыновья остались в Швейцарии.

В начале апреля 1914 года Эйнштейн приступил к своей новой службе "как академический муж без каких-либо обязанностей, нечто вроде живой мумии", писал он в характерном для него стиле одному из своих друзей.

Девятнадцать лет провел великий физик в Берлине. Он читал лекции в университете, вел семинары вместе с Максом фон Лауэ, Вильгельмом Вестфалем и другими коллегами и регулярно принимал участие в коллоквиуме, который во время учебного года проводился каждую среду в Физическом институте на Рейхстагуфер. Не в последнюю очередь благодаря участию Эйнштейна эти встречи физиков стали школой специализации и местом

творческих научных споров, проходивших на таком высоком уровне, какого во время первой мировой войны и в послевоенные годы не было нигде.

Эйнштейн в свои берлинские годы меньше всего походил на "живую мумию". Первые три года, несмотря на военные события, которые отрицательно сказывались "а научной работе, были необычайно плодотворными. В 1915 году после семилетних трудов Эйнштейн закончил свою общую теорию относительности и учение о гравитации, он внес существенные дополнения в квантовую теорию и обосновал совершенно новый взгляд на строение вселенной.

Общая теория относительности, бесспорно, является гениальнейшим творением Эйнштейна. Макс Борн назвал ее "наиболее великим достижением человеческого мышления в знании природы, удивительным соединением философской глубины, физической интуиции и математического мастерства". Она является открытием, в наибольшей степени принадлежащим Эйнштейну, поскольку в отличие от специальной теории относительности общую теорию относительности не предваряли готовые элементы физического знания и не существовало также никаких конкретных теоретических предпосылок ее, кроме нескольких идей Римана и Маха. Здесь прежде всего следует упомянуть "принцип Маха", как Эйнштейн называл объяснение инертности действием масс отдаленных небесных тел: в честь исследователя, который предложил это толкование.

По убеждению Эйнштейна, австрийский физик был уже почти за полстолетия до него близок к раскрытию общей теории относительности и, вероятно, нашел бы ее, если бы в те десятилетия вопрос о значении постоянной скорости света был поставлен физиками в той же форме, как это было сделано позже. Критические взгляды Маха на ньютоновский закон инерции Эйнштейн считал доказательством того, "как близко лежала идея Маха к требованию относительности в общем смысле (относительности ускорений)".

Общая теория относительности ставит очень

высокие требования к возможностям абстрагирования в геометрии и физике. Она использует особые математические методы, которые доступны только специалистам. Сам Эйнштейн должен был преодолеть здесь значительные трудности. При создании общей теории относительности он, по словам Лауэ, следовал указаниям компаса математики, который мог в известной мере обеспечить сохранение избранного направления, но был совершенно недостаточен для точного определения пути. Эйнштейн в конце концов нашел этот путь, не избежав случайных кружных и неверных дорог. В том, что он все же пошел этим путем, его величайшее достижение, не имеющее себе равных в истории физики.

Принцип относительности, справедливость которого в специальной теории относительности ограничена инерциальными системами - равномерно движущимися относительно друг друга системами, в которых действует ньютоновский закон инерции, - справедлив в общей теории относительности также для систем, движущихся с ускорением, и для вращательных движений.

Общую теорию относительности Эйнштейн рассматривал как "второй этаж" в здании своей теории. В сходном смысле Планк сравнивал переход от специальной к общей теории относительности с переходом от линейных функций ко всеобщей теории функций в математике. Общая теория относительности тем самым включает - если отвлечься от гравитации - специальную как частный случай. Она является как бы расширением и обобщением принципа относительности 1905 года.

Такое "классическое" толкование, отвечающее историческому развитию, предлагает также Макс фон Лауэ. Такие значительные физики-теоретики, как Луи де Бройль, Макс Борн, Вернер Гейзенберг и Леопольд Инфельд, разделяют его или склоняются к нему. В некоторых новых, более аксиоматически изложенных работах, особенно в тех, которые в последние годы опубликовал советский физик В.А. Фок, избранное Эйнштейном название "общая теория

относительности" отвергается как не соответствующее содержанию и вводящее в заблуждение.

Фок не согласен с тем, что здесь речь идет об обобщении понятия относительности 1905 года, и расценивает теорию Эйнштейна 1915 года исключительно как геометрическую теорию гравитации. В книге "Теория пространства, времени и тяготения" Фок детально обосновывает свое толкование. Аналогичных взглядов придерживается и А.Д. Александров. Научная дискуссия по этому и другим вопросам продолжается.

По словам Лауэ, Эйнштейн искал возможность раскрыть тайны гравитационного поля на основе теории относительности. Исходя из закона тождества инертной и тяжелой массы, который знали уже Галилей и Ньютон и который экспериментально проверил венгерский физик Этвеш, Эйнштейн пришел к новой теории силы тяжести. Знаменитый мыслительный эксперимент со свободно падающим лифтом, в котором физики наблюдают поведение незакрепленных тел и при этом не замечают воздействия тяготения, помог решению проблемы.

После Фарадея и Максвелла, преобразовавших электродинамику, Эйнштейн применил идею близкодействия также к пониманию гравитации. Из его уравнений поля следует, что явления гравитации в изменяющихся во времени полях тяготения распространяются со скоростью света. Почта через два с половиной столетия после Ньютона удалось изгнать из учения о притяжении силы дальнодействия, действующие с бесконечно большой скоростью и непосредственно от тела к телу. Уже Ньютон рассматривал их с недоверием и недовольством, Гельмгольц и Герц натолкнулись на эти "подозрительные" силы, но не смогли указать никакого выхода.

В общей теории относительности Эйнштейн проложил новые пути в понимании пространства и его структуры - в согласии с идеей Римана, что соотношения масс в пространстве не остаются независимыми от физических процессов, которые в них протекают.

Гениальный немецкий математик Бернгард Риман создал в дополнение к теории Гаусса о криволинейных плоскостях неевклидову геометрию общего характера. Неевклидовой эта геометрия была постольку, поскольку она была построена без применения аксиомы Евклида о параллелях. Эта аксиома утверждает, что к одной данной прямой через точку, расположенную вне ее, можно провести одну и только одну параллельную прямую.

В римановской геометрии в отличие от геометрии Евклида сумма углов треугольника больше 180 градусов. В его "искривленных" пространствах которые соответствуют искривленным плоскостям, но наглядно не представимы нет прямых линий, как в "плоских" евклидовых пространствах; есть только "наиболее прямые" линии, так называемые геодезические линии. Они представляют собой кратчайшее расстояние между двумя точками в искривленном пространстве.

Эта геометрия прежде всего была математическим мыслительным допущением так же, как предшествующие неевклидовы геометрии русского ученого Лобачевского и венгра Больяи были чисто математическими построениями. До этого Гаусс развивал сходные геометрические представления, но не опубликовал их из боязни "дразнить гусей". Одновременно с Риманом и независимо от него Гельмгольц тоже придумал неевклидову геометрию.

В связи с принципом Маха необычайно гибкая геометрия Римана приобрела отныне в общей теории относительности и учении о гравитации непосредственный физический смысл. Эйнштейн открыл новую эру мировой геометрии, указав на то, что структура пространства - времени, четырехмерное единство пространства и времени, полностью зависит от распределения масс, и гравитационное поле "полностью определяется через массы тел".

Планетные орбиты нашей солнечной системы выглядят благодаря этому истолкованию как следствие искривления пространства, обусловленного массой Солнца. Они являются геодезическими линиями, по которым планеты

движутся благодаря присущей им инерции. Законы тяжести были тем самым сведены к геометрии Римана. Закон гравитации стал особым случаем принципа инерции.

Геометрическая теория гравитации Эйнштейна в первом приближении включает в себя гравитационное учение Ньютона. Она завершила классическую физику. Две большие, до сих пор лишь внешне связанные области, гравитация и механика, составили благодаря ей единое целое.

Эйнштейн верно понял, что пробелы, которые выявились в классической механике, могут быть заполнены только путем создания нового учения о гравитации. Поэтому он искал теорию, в фундамент которой был бы встроен закон гравитации, в ньютоновской механике он был почти что инородным телом. С созданием новой теории гравитации Эйнштейн сделал и первый большой шаг к геометризации физики.

Проверка эйнштейновской теории гравитации в лаборатории была в ближайшее время невозможна даже в ограниченном объеме. Поле тяготения по способности к изменению является самым слабым из известных физических полей, и еще не создано технических устройств, искусственно испускающих гравитационные лучи. Поэтому Эйнштейн назвал три астрономических явления, лежащих на границе измеримого, которые позволяли проверить правомерность новой теории.

Первым эффектом является так называемое смещение Меркурия в перигелии. Астрономам уже давно было известно, что перигелий, ближайший к Солнцу пункт на эллиптической орбите планеты Меркурий, смещается на протяжении одного столетия примерно на сорок три дуговые секунды больше, чем это допустимо ньютоновским законом притяжения масс. Выдвигались различные гипотезы для объяснения этого загадочного превышения. Из эйнштейновской теории гравитации следовала наблюдаемая величина без каких-либо допущений. Это с самого начала стало аргументом в пользу новой теории.

Вторым эффектом является искривление световых лучей звезд в поле тяготения солнца.

Это было особенно смелое предположение, противоречившее всем фактам и привычному образу мыслей. Ни один физик до Эйнштейна даже и во сне не пытался исходить в своих расчетах из того, что свет в свободном пространстве распространяется иначе, чем прямолинейно.

Уже в 1911 году в Праге Эйнштейн теоретически вывел искривление лучей из релятивистского положения об инертности энергии и "принципа эквивалентности". Он, однако, получил слишком малую величину, так как все еще исходил из классических представлений. Только в конце 1915 года в Берлине он нашел правильную величину в 1,7 дуговой секунды, которая четыре года спустя была в пределах возможностей измерения подтверждена английской экспедицией по наблюдению солнечного затмения под руководством астрофизика Эддингтона.

Подтверждение столь невероятного физического предположения практикой астрофотографии и астрономического вычисления произвело на мир специалистов большое впечатление и возбудило невиданный интерес. Оно означало триумф теоретического естествознания и превратилось в мировую сенсацию, которая едва ли не превзошла открытие спутников Юпитера Галилеем и открытие Х-лучей Рентгеном.

Третьим эффектом для проверки новой теории гравитации является релятивистское красное смещение. Оно основывается на том, что атомы в сильном поле тяготения испускают свет, спектральные линии которого показывают сравнительно большую длину волн, то есть смещены в длинноволновую, красную сторону спектра. Сильное гравитационное воздействие уменьшает число колебаний лучей света, и в соответствии с этим увеличивается длина волны.

У солнца и звезд с очень большой плотностью, "белых карликов", астрофизики смогли установить этот эффект спектроскопически; однако из-за различных трудностей наблюдения и измерения найденные величины не вполне соответствовали требованиям теории и не всегда

совпадали друг с другом. Несмотря на то, что Эйнштейн неоднократно подчеркивал, что главное значение общей теории относительности состоит не в подтверждении мелкими эффектами, но в упрощении теоретических основ всей физики, которыми они обусловливаются, все же приятно, что вскоре и релятивистское красное смещение было доказано количественно безупречно.

С помощью эффекта Мессбауэра, который был важен уже для парадокса времени специальной теории относительности, в 1960 году двум американским физикам удалось подтвердить предсказанную Эйнштейном величину релятивистского красного смещения в поле тяготения Земли. Используя башню с 22-метровым вертикальным испытательным штреком, они смогли по смещению частоты колебаний гамма-квантов установить величину релятивистского эффекта с величайшей точностью. Тем самым общая теория относительности блестяще выдержала и свою третью проверку.

Теория относительности и гравитации не только низвела, по словам Эйнштейна, понятия пространства и времени с "Олимпа априорности" и привела их в "пригодное к употреблению состояние", она также доказала истинность диалектического понимания взаимодействия формы и содержания в масштабах всего мира. Движущаяся материя, тела и поля как содержание определяют структуру пространства - времени, которая оказывает обратное воздействие на тела и поля как форма.

Общая теория относительности физически подтвердила диалектико-материалистический тезис о том, что пространство и время есть "формы существования материи". Если ранее придерживались взгляда - как разъяснял Эйнштейн некоему репортеру основную мысль своего учения, - что пространство и время останутся, если из вселенной удалить все вещи, то теперь известно, что тогда больше не могло бы существовать также ни пространства, ни времени. Так Эйнштейн простейшим образом разъяснил диалектико-материалистическое

положение о неразрывной взаимозависимости материи, движения, пространства и времени.

Уже через год после завершения теории гравитации и почти одновременно со своей общедоступной книгой "О специальной и общей теории относительности", своей первой опубликованной книгой, Эйнштейн предложил новую теоретическую работу, которая также имела далеко идущие последствия. На основе римановской геометрии я принципа Маха он развил мысль о неограниченной, однако пространственно-конечной, неевклидовой вселенной. В ней луч света, идущий по прямой линии через миллиарды лет, возвращается в свой исходный пункт. Общая теория относительности стала здесь как бы дорожным знаком на пути в космос.

Описанная Эйнштейном в 1917 году первая модель замкнутой вселенной была неудовлетворительной по форме. Однако ее основная мысль оставалась в силе и привела вскоре к целому набору релятивистских моделей вселенной.

Одним из первых, кто ознакомился с космологическими взглядами Эйнштейна и творчески их продолжил, был выдающийся советский математик Александр Фридман, к сожалению, умерший слишком рано. На основе эйнштейновских уравнений поля он в 1922 году пришел к идее замкнутой вселенной с растущим во времени радиусом искривления. Эйнштейн расценил результат Фридмана как "верный и вносящий ясность".

В настоящее время многочисленные физики-теоретики и астрономы в принципе склоняются к точке зрения Эйнштейна с учетом изменений ее первоначальной формулировки, Эрвин Шрёдингер в 1960 году в своей последней публикации также говорил о "вероятно, замкнутой вселенной". Проблема расширяющейся вселенной, которая впервые была поднята в 1928 году калифорнийским астрономом Хабблом на основе его наблюдений спиральных туманностей, тесно связана с космологией Эйнштейна и Фридмана.

Наиболее точно значение космологии

Эйнштейна охарактеризовал Макс Борн в опубликованном в 1955 году докладе "Физика и относительность". О гипотезе замкнутой вселенной Борн сказал: "Это предположение о конечном, но неограниченном пространстве является одной из самых великих идей о природе космоса, которые когда-либо высказывались. Оно разъяснило загадку, почему система звезд с течением времени не рассеялась и не разредилась, что произошло бы, если бы пространство было бесконечным; это придало физический смысл принципу Маха, который постулировал, что закон инерции должен рассматриваться не как свойство пустого пространства, а как эффект всей системы звезд, и это открыло путь к пониманию того факта, что эта звездная система расширяется".

Пространственно замкнутый космос не является необходимым выводом из уравнений поля теории гравитации; тем не менее многие физики и философы считают его наилучшим их решением. К числу сторонников этой гипотезы принадлежал и Макс Лауэ. Сам Эйнштейн на вопрос, почему он среди возможных решений своих уравнений поля избрал конечное пространство, вынужден был ответить: "Я себя лучше чувствую в закрытом пространстве". Вопрос о том, насколько правомерно рассматривать вселенную как некий род сферического пространства с изменяющейся кривизной и конечным пространственным содержанием, сегодня еще не решен, и не ясно, можно ли на этот вопрос вообще ответить однозначно.

Представление о замкнутой вселенной является образцом диалектики. Оно "отрицает" представление о бесконечной вселенной, которое было впервые выдвинуто Николаем Кузанским, а после него Джордано Бруно и которое начиная с XVII столетия царило в научном и обыденном сознании людей; оно воскрешает учение аристотелевской натурфилософии о пространственно конечном мире на уровне науки XX столетия: прекрасный и наглядный пример действительности основного диалектического закона, который со времен Гегеля известен как

закон "отрицания отрицания".

Эти грандиозные результаты исследований Эйнштейн получил в первые годы мировой войны, которая началась через несколько месяцев после его переезда в столицу Германии Массовый психоз в связи с мобилизацией, принявший среди немецких ученых и художников особенно постыдные формы, и начало военных действий выявили со всей определенностью отношение физика к войне и миру.

С ранней юности Альберт Эйнштейн был врагом солдафонства. Во время марокканского кризиса 1911 года, который был вызван авантюристическими действиями немецких милитаристов, он в разговорах с Арнольдом Зоммерфельдом и Вальтером Фридрихом в Мюнхене презрительно отзывался о немецких поджигателях войны.

Когда разразилась мировая война, он проявил себя как решительный противник милитаризма и его преступлений: редкое исключение среди немецких профессоров, которые в большинстве своем были подвержены национальному фанатизму.

В октябре 1914 года известный ученый отказался подписать пресловутое, полное ненависти к народам и националистической заносчивости воззвание немецких интеллигентов. Вместе с двумя другими берлинскими профессорами, физиологом Николаи и астрономом Фёрстером, он попытался выдвинуть своего рода антивоззвание "Призыв к европейцам". Его подписали лишь четверо ученых.

Еще в ноябре 1914 года Эйнштейн одним из первых вступил в "Союз Нового Отечества", объединение прогрессивно настроенных левых буржуазных интеллигентов, которые выступали за скорейшее прекращение бойни народов и заключение мира без территориальных претензий.

Карл Либкнехт и Роза Люксембург были близки к их устремлениям и поддержали их.

В своих письмах физику Паулю Эренфесту в Голландию Эйнштейн летом 1914 года в резких выражениях бичевал безумие войны. Ромену

Роллану, с которым он встретился в 1915 году в Швейцарии и вел откровенные беседы о политике, он писал, что ученые воюющих стран ведут себя так, словно им в августе 1914 года ампутировали головной мозг. В Лейдене в 1917 году он встречался с пацифистами других стран.

В Берлине Эйнштейн также участвовал во встречах влиятельных лиц, которые пытались оказать давление на немецкое военное руководство с тем, чтобы достичь прекращения военных действий или по меньшей мере предотвратить расширение войны. Макс Борн, который по инициативе Эйнштейна принимал участие в нескольких таких заседаниях, сообщает, что Эйнштейн часто говорил там "спокойно и ясно, как будто бы речь шла о теоретической физике".

Альберт Эйнштейн, так же как решительный противник войны и непримиримый критик буржуазной культуры Карл Краус, осуждал и презирал половинчатую мораль, особенно громогласно провозглашавшуюся представителями тех общественных слоев и классов, для которых массовое убийство на "поле чести" было доходным делом.

Письма и другие документы свидетельствуют о том, с какой радостью в ноябре 1918 года великий физик приветствовал военный и политический крах вильгельмовской империи. Лишь теперь он начал чувствовать себя в Берлине действительно хорошо, писал он 11 ноября 1918 года своей матери в Швейцарию. С известным удовлетворением он добавляет, что его коллеги по Академии видят в нем "заядлого социалиста".

Вместе с другими радикальными буржуазными демократами Эйнштейн в середине ноября 1918 года подписал призыв к созданию Германской демократической партии. Он был уже с 1917 года в дружеских отношениях с ее наиболее знаменитым членом, позднее министром иностранных дел, Вальтером Ратенау. Эйнштейн был, однако, гораздо более левым, чем другие представители демократической буржуазии в Германии. Стремясь способствовать устранению пропасти между работниками умственного и

физического труда и установлению действительной демократии, он посещал в бурные ноябрьские дни в Берлине рабочие собрания и даже принимал участие в дискуссиях, хотя был менее всего политическим трибуном.

По своим убеждениям Эйнштейн был близок к Независимой социал-демократической партии Германии. Многие, и не только противники, считали его членом этой партии. Это не соответствовало действительности, но и тогда, и позднее он охотно, с нескрываемой гордостью называл себя "независимым социалистом". О том, что во время выборов в рейхстаг, в последние годы Веймарской республики в доме Эйнштейна голосовали за социал-демократов, свидетельствует высказывание его жены Эльзы Эйнштейн.

Октябрьскую революцию ученый воспринял с самого начала как всемирно-историческое событие. Он отдавал ей должное как великой попытке добиться на одной шестой части Земли победы учения Маркса об обществе, с которым он был согласен всем сердцем, и тем самым устранить вековую социальную несправедливость. В Ленине Эйнштейн уважал человека, все свои силы при полнейшем самопожертвовании отдавшего делу осуществления социальной справедливости. Он не считал целесообразными его методы, но придерживался убеждения, что такие люди, как Ленин, являются "хранителями и обновителями совести человечества".

Эйнштейн узнавал о революционных процессах, происходящих в молодой советской стране, только по их отражению в кривом зеркале буржуазной прессы и из антисоветских публикаций русских эмигрантов. Поэтому нет ничего удивительного в том, что он не понимал и не одобрял определенных методов осуществления господства рабочего класса. Он также не мог до конца освободиться от влияния своего происхождения и окружения. Он оставался "типичным социалистом на уровне эмоций", как сказал один из друзей его юности. Эйнштейн был радикальным демократом, примыкавшим к крайне левому крылу буржуазии,

с нескрываемыми, но небезграничными "красными" симпатиями.

Однако в некоторых существенных политических вопросах великий гуманист безоговорочно соглашался с воззрениями марксистского рабочего движения и его партии. Это касалось борьбы против фашизма, милитаризма и разбойничьей войны, против национализма и расовой дискриминации, против национального и социального угнетения. "Угнетение и эксплуатация - отвратительнейшие явления во всех сферах человеческих отношений", - писал Эйнштейн. Создание мира без нужды, страха и войны он считал высшей целью всех политических устремлений.

Из-за своей антимилитаристской позиции и демократически-космополитических настроений Эйнштейн вызывал подозрение и ненависть националистических и антисемитских кругов Германии. Используя "шумиху вокруг относительности", они подвергали самым оскорбительным нападкам научную и человеческую честь исследователя. В Берлине образовалось "антирелятивистское теоретическое общество с ограниченной ответственностью", как иронически писал Эйнштейн. Его настоящими заправилами были физики-экспериментаторы Ленард и Штарк, которые, однако, сами не выступали на сцене, а действовали через своих менее известных коллег.

Под вывеской "Общество немецких естествоиспытателей для поощрения чистой науки" в августе 1920 года в зале Берлинской филармонии антиэйнштейновскай лига организовала большой митинг против теории относительности, на который был приглашен и Эйнштейн. Из своей ложи он терпеливо, с сострадательной улыбкой слушал бессмыслицу, которую преподносили с трибуны по поводу его теории. Антисемитская подоплека этого мероприятия стала ясна, когда в конце один из молодых участников выкрикнул в сторону Эйнштейна: "Этому паршивому еврею надо бы разорвать глотку!"

Это не было случайным инцидентом. В одном берлинском антисемитском листке ярость

реакции вылилась в публичное требование физического уничтожения Эйнштейна. Подобно тому как незадолго до этого листовки и плакаты подстрекали: "Убейте Либкнехта!", теперь националистическая клика выдвинула в своей прессе подлый лозунг "Убейте Эйнштейна!" Истинное лицо веймарской "демократии" характеризует то, что не нашлось судей, которые потребовали бы наказания за столь открытое подстрекательство к убийству.

После гнусного покушения на Ратенау Эйнштейн решил временно оставить свои лекции в университете и создать видимость отъезда, чтобы избежать подобной же участи. В середине июля 1922 года он писал своему другу Соловину: "Здесь смутные времена после ужасного убийства Ратенау. Поскольку меня тоже все время предостерегали, я прервал свои лекции и официально отсутствую, но в действительности все же здесь. Антисемитизм очень силен".

Если теперь Эйнштейн всем своим авторитетом поддерживал сионистское движение, с которым он впервые столкнулся в Праге и от участия в котором тогда, однако, уклонился, то это было его ответом на ненависть к евреям в Германии, которая была в таких позорных и угрожающих формах направлена и против него. Это был не единственно возможный ответ и определенно не лучший, но он, очевидно, не видел никакого другого пути.

Политической роли, которую в те годы играло мировое сионистское движение в системе империалистической политики силы Великобритании, направленной против арабских народов, он не видел, или она отступила для него на второй план, как и тот факт, что сионизм является одной из форм буржуазного национализма. Он поддерживал сионистские устремления, потому что считал их гуманным предприятием и видел в сионизме доброе и справедливое дело. Последующего его развития Эйнштейн не мог предвидеть.

Национализм в любых его проявлениях был, в сущности, глубоко чужд ученому. В письме к Лауэ в январе 1951 года Эйнштейн писал: "Искажение истории науки на национальной

почве - старый трюк, с помощью которого почтенные нации набивают себе цену (равно как и в политической истории). Раз мы, евреи, теперь тоже имеем государство, то, собственно, пора и нам поупражняться в этом искусстве".

Эйнштейн решительно выступал против фашистского варварства в Болгарии, против изгнания Георгия Димитрова из его отечества. В том же году он стал одним из первых членов "Общества друзей новой России", целью которого был культурный обмен между Германией и Советским Союзом. Фотодокументы тех лет запечатлели Эйнштейна на заседаниях: в самых первых рядах или за столом президиума. Его коллега физик Вильгельм Вестфаль, прогрессивный биолог Юлиус Шаксель и такие деятели культуры, как Томас Манн, Макс Пехштейн и Эрнст Ровольт, также принадлежали к числу активных участников этого объединения, которое за десятилетие своего существования добилось значительных успехов в развитии германо-советских научных и культурных связей.

Эйнштейн занимал ведущее место в "Немецкой лиге прав человека", организации, которая возникла после войны из "Союза Нового Отечества" и ставила своей целью содействовать взаимопониманию между немецким и французским народами. В 1922 году на митинге в здании рейхстага он произнес примечательную речь. Для нее характерна горькая фраза: "Людей подводит память истории". Позднее он повторил эту мысль: "Способность людей извлекать уроки из истории поразительно мала". И здесь у Эйнштейна вновь обнаруживаются точки соприкосновения с Карлом Краусом, который в первую мировую войну написал отчаянные слова: "На душе не остается шрамов. Человечеству пуля в одно ухо влетает, из другого вылетает".

С живым участием следил великий гуманист за построением социализма в Советской стране. Советскому народному комиссару Луначарскому, с которым он встретился в 20-е годы на заседании "Общества друзей новой России" в Берлине, он сказал, что рассматривает глубокие общественные изменения в Советском Союзе как

бы глазами физика: как эксперимент колоссального масштаба, который должен быть проведен в чрезвычайно неблагоприятных условиях: если он удастся, это станет неопровержимым доказательством правильности теоретических предпосылок, которыми руководствовались.

Как явствует из других высказываний Эйнштейна, он открыто разделял мнение прославленного норвежского полярного исследователя, лауреата Нобелевской премии мира Фритьофа Нансена, который в 1923 году писал в книге "Россия и мир", что он считает возможным, что духовное обновление Европы будет исходить из России.

Из всех великих естествоиспытателей Германии Эйнштейн был наиболее близок делу рабочего класса. Особое уважение, оказываемое ему социалистами и коммунистами, проявилось в том, что созданная по инициативе Коммунистической партии Германии марксистская рабочая школа, сокращенно МАШ, пригласила его для чтения лекций. В старом школьном здании в северной части Берлина знаменитый физик излагал рабочим и служащим свою теорию относительности и свободно отвечал на все обращенные к нему вопросы, в том числе и на те, которые касались философии и политики.

С начала 20-х годов ученый снова отправляется в поездку по разным странам. Кроме Голландии, где в Лейдене он был удостоен звания почетного профессора, целью его путешествия были Соединенные Штаты Америки, Англия, Франция, Япония, Китай, Палестина, Испания и Южная Америка. Эйнштейн отправлялся за границу не только как физик, объясняющий свои теории, но и, по его собственным словам, как "посланец мира".

Он хотел своими выступлениями способствовать взаимопониманию народов.

В качестве посланника лучшей части Германии Эйнштейн помог восстановить авторитет немецкой науки, который столь низко пал по вине националистически настроенных профессоров и их сторонников в 1914 году. Как и

Александр фон Гумбольдт за сто лет до этого, Альберт Эйнштейн благодаря свойственному ему обаянию способствовал мировому признанию гуманистической немецкой науки.

После фундаментальных публикаций по общей теории относительности и учению о гравитации его исследовательская работа продвигалась также успешно. В 1917 году Эйнштейн существенно обновил квантовую теорию своей производной от закона излучения Планка. Как уже отмечалось, на это гениальное исследование опирается метод, который приобрел величайшее значение для научно-технического прогресса нашего времени: лазерная техника, практическая разработка которой началась только несколько лет назад. Эйнштейн в теории на четыре десятилетия опередил технические требования, как это было и при открытии энергии атома.

Весной 1919 года ученый женился во второй раз. Его первый брак был незадолго до этого расторгнут в Швейцарии. Фрау Эльза, его овдовевшая кузина, стала для него заботливой спутницей жизни. Ему, однако, была чужда ее постоянная потребность самоутверждения и претили ее попытки использовать для этой цели его мировую славу.

А.Ф. Иоффе в своей книге воспоминаний описывает, как Эйнштейн однажды в Берлине целый час сидел с ним на скамейке вблизи от своего дома, стремясь избежать встречи с посетителем, которого его жена пригласила помимо его воли. Только после того как "опасность" миновала, Эйнштейн вернулся со своим русским коллегой в рабочий кабинет, где они затем далеко за полночь обсуждали вопросы физики кристаллов.

В последние годы пребывания в Берлине исследователь чувствовал себя лучше всего на вилле Капут у Темплинского озера возле Потсдама. Там в 1929 году он построил себе дом на лесистом склоне. Он отдыхал во время одиноких прогулок и много ходил под парусом на яхте, иногда с друзьями, которые приезжали из Берлина: с Эрвином Шрёдингером, Максом фон Лауэ и другими. Он часто ездил оттуда в

астрофизическую обсерваторию на Телеграфенберг в Потсдам, где для исследования физики солнца был построен башенный телескоп, который приобрел всемирную известность как "башня Эйнштейна". Вечерами из окна его комнаты слышались звуки скрипки.

Во время пребывания Эйнштейна в Калифорнии в Технологическом институте в Пасадене, куда его неоднократно приглашали для чтения курса лекций, в Германии была установлена фашистская диктатура. Он уже давно предвидел роковое развитие политических событий и не был поэтому особенно удивлен. Эйнштейн решительно выступал против притязаний германского империализма, который окольными путями отвоевывал позиции, потерянные в первую мировую войну. Он выступал против фашистского лозунга о "народе без пространства" и считал, что лучше разделить крупные земельные владения в Германии и интенсивнее обрабатывать почву, чем вновь вступать на старый ложный путь колониализма.

Вместе с другими антифашистами, такими, как Генрих Манн, Арнольд Цвейг, Эрнст Толлер и Кэте Кольвиц, Эйнштейн призывал к созданию единого политического фронта против фашистской угрозы. Осенью 1932 года он вместе со своим французским коллегой и другом Полем Ланжевеном предпринял попытку объединить всех противников войны в среде ученых для борьбы против милитаризма и фашизма.

Когда стали поступать первые сообщения о насилиях, которые банды СА после пожара рейхстага учиняли над коммунистами, социалистами и демократами, Эйнштейн публично заявил в Нью-Йорке, что он, пока у него есть выбор, не хочет жить в стране, где не уважаются основы политической свободы и равенства граждан перед законом. По возвращении в Европу он сообщил Прусской Академии наук, что считает обусловленную его положением зависимость от прусского правительства при изменившихся обстоятельствах невыносимой и поэтому слагает с себя служебные обязанности.

Этим шагом Эйнштейн предварил свое

исключение, которое иначе было бы осуществлено нацистским министром просвещения посредством дисциплинарной процедуры. Он никогда больше не вступит на землю, где родился. Драматические события, разыгравшиеся вокруг исключения всемирно известного ученого из Берлинской Академии были в 1963 году подробно изложены на основе архивных материалов в нашей книге "Альберт Эйнштейн. Жизнь во имя истины, гуманизма и мира".

Некоторое время исследователь был гостем бельгийской королевской четы в курортном месте возле Остенде. Он также непродолжительное время находился в Англии, где прочел несколько докладов. Осенью 1933 года он отправляется в Принстон, штат Нью-Джерси в США. В этом маленьком университетском городе юго-западнее Нью-Йорка он получил в недавно организованном Институте высших исследований должность, аналогичную той, которую он занимал в Берлинской Академии: профессор-исследователь без каких-либо обязательств по чтению лекций и других педагогических нагрузок.

Последние десятилетия творческой жизни Эйнштейна были посвящены упорно возобновляемым и вновь и вновь проваливающимся попыткам создать "единую теорию поля". Его системы формул должны были дать математическое описание явлений электромагнитного и гравитационного полей, внутренняя взаимозависимость которых еще не была выявлена, а также, исходя из этого, охватить и другие физические поля. Эйнштейн хотел создать всеобщую физику поля, которая могла бы служить основанием для всей физики.

Сам Эйнштейн был уверен в правильности решения, к которому он пришел, наконец, в 1950 году в результате упорных усилий. Однако большинство физиков не присоединились к этому мнению, считая его отчаянные попытки методически неверными и, кроме того, преждевременными из-за отсутствия достаточных эмпирических данных.

Так знаменитый ученый в последние годы жизни оказался в науке в одиночестве. Уже в

1939 году в письме Эрвину Шрёдингеру он замечает, что его точка зрения послужила причиной его глубокого одиночества. Это справедливо и в том, что касается его отношения к статистическому изложению квантовых явлений, к копенгагенскому толкованию квантовой теории.

С конца 20-х годов между Альбертом Эйнштейном и сторонниками квантовой механики существовали значительные различия в понимании основных теоретико-познавательных вопросов физики.

Эйнштейн искренне восхищался достижениями молодых теоретиков квантовой физики, возглавляемых Бором и Борном, и не сомневался в глубокой истинности содержания их воззрений. Он также никогда не отрицал того, что квантовая механика представляет собою значительный, "в известном смысле даже окончательный прогресс физического познания". Но он не мог смириться и с тем, что в микромире закономерности выступают в такой форме, которая принципиально отличается от исследованных до сих пор классических форм.

Статистическую закономерность и статистическую причинность, выдвинутые представителями квантовой механики, Эйнштейн не рассматривал как самостоятельные, законченные теории Необходимость принятия статистических законов, он считал преходящим явлением, временной, вынужденной мерой, поскольку "мы не достигли полного описания существа дела" и пребываем в "младенческом состоянии", как говорится в письмах к Эрвину Шрёдингеру. Спустя четверть века, незадолго до своей смерти, в письме к Лауэ он заметил: "Если моя долгая жизнь, полная размышлений, чему-то научила меня, так это тому, что мы гораздо дальше от глубокого проникновения в сущность элементарных процессов, чем полагает большинство наших современников".

Максу Борну как главному представителю статистической квантовой механики, заложившему основы нового образа мышления в физике, Эйнштейн ставил в упрек веру в "бога, играющего в кости". Не соглашался он также и с

Бором и Гейзенбергом. В мае 1928 года он писал Шрёдингеру: "Философия успокоения Гейзенберга - Бора - или религия? - так тонко придумана, что предоставляет верующему до поры до времени мягкую подушку, с которой не так легко спугнуть его. Пусть спит"

За полгода до этого, осенью 1927 года на Сольвеевском конгрессе между Бором и Эйнштейном произошел острый спор о толковании квантовой теории. Своими доказательствами Эйнштейн не убедил ни Бора, ни более молодое поколение физиков. Подобное повторилось на Сольвеевском конгрессе 1930 года, на котором расхождения с Эйнштейном, по словам Бора, приняли драматический оборот.

С тех пор Эйнштейн с глубоким недоверием следил за работами копенгагенской школы. Он верно подметил, что многие идеи приверженцев квантовой механики выступали в сомнительном философском облачении. Он справедливо порицал "преувеличенно позитивистско-субъективистскую точку зрения", когда требование понимания природы как объективной реальности объявляется устаревшим предрассудком и "при этом нужда квантовых теоретиков превращается в добродетель". Но он не видел, что понятие реальности с открытием соотношения неопределенностей действительно изменилось и не может быть более философски обосновано средствами старого, по существу метафизического, материализма.

Тем не менее, заслугой Эйнштейна остается то, что, рассматривая вопросы квантовой механики, он акцентировал определенные непреходящие положения философского материализма. Так он писал: "Вера в независимый от воспринимающего субъекта внешний мир лежит в основе всего естествознания". Или: "Естествознание исследует отношения, которые существуют независимо от исследователя". Или: "Понятия физики относятся к реальному внешнему миру". Эти фразы, напоминающие аналогичные высказывания Планка, - чистый материализм.

О "философствующих физиках", которые "чересчур осторожничают с реальностью", он в

апреле 1950 года заметил в письме к Лауэ: "Мне интересно было бы знать также, когда теоретики снова согласятся с тем, что необходимо воспринимать сущность вещей как нечто существующее независимо от их восприятия" Шрёдингеру он писал в том же году: "Ты единственный (рядом с Лауэ) из современных физиков, кто понимает, что нельзя обходить вопрос о реальности действительности, если оставаться честным. Большинство не дают себе отчета, что за рискованную игру они ведут с реальностью - реальность как нечто независимое от констатации".

Физика была для Эйнштейна "описанием действительности", а не "описанием того, что просто воображается", как он заметил Вольфгангу Паули. Четырехмерное направляющее поле теории относительности означало для него, как утверждает Лауэ, не математическое изобретение, а реальность, лежащую в основе всех физических процессов. В этом вопросе творец теории относительности был сознательным и решительным сторонником материалистической философии.

Однако в других направлениях в мышлении Эйнштейна было немало идеалистических черт, которые перемежались подчас с его основной материалистической позицией. В молодости он испытал сильное влияние субъективно-идеалистических представлений Юма, Маха и Пуанкаре. Позднее он склонялся более к объективно-идеалистическим воззрениям в духе Лейбница и Платона, к идее "предустановленной гармонии" и, подобно греческим философам-идеалистам, считал возможным постижение действительности через "чистое мышление".

Эйнштейн сознавал, что в его мировоззрении перемешались различные, порой противоречащие друг другу философские направления. Однако он не считал это недостатком.

В научной автобиографии, написанной им в преддверии своего 70-летия, он утверждает, что естествоиспытатель не имеет права полностью примыкать ни к одной из существующих философских систем; это может послужить ему

помехой при создании собственной системы понятий. Поэтому естествоиспытатель должен неуклонно противостоять специалисту-философу как "беззастенчивый оппортунист": "как реалист, тогда, когда он изображает мир не зависящим от акта восприятия; как идеалист, когда он рассматривает понятия и теории как свободные изобретения человеческого сознания (не выведенные логически из эмпирических данных); как позитивист тогда, когда он рассматривает свои понятия и теории обоснованными лишь в той мере, в какой они доставляют логическое изображение отношений между чувственными переживаниями". Он может быть даже платоником или пифагорейцем, "когда он рассматривает точку зрения логической простоты как неотъемлемый и действенный инструмент своего исследования".

Значение философии для естествознания Эйнштейн никогда не подвергал сомнению. Он всегда настойчиво указывал на существующее между ними взаимодействие. Естествознание без теории познания, было бы, по его мнению если вообще мыслимо что-либо подобное, - "примитивным и беспорядочным". Поскольку, однако, основной вопрос всей философии, вопрос об отношении мышления и бытия, он не знал или не хотел признавать в такой форме, он был не в состоянии определить свое место в путанице философских направлений. Слова Ленина о Гельмгольце справедливы и по отношению к Эйнштейну, причем в еще большей мере: он был одной из крупнейших величин в естествознании, но, как подавляющее большинство буржуазных естествоиспытателей, непоследователен в своих философских воззрениях. Иоффе из бесед с Эйнштейном вынес впечатление, что в мировоззрении творца теории относительности сочетались материализм и махизм.

В своих социально-философских воззрениях Эйнштейн находился под влиянием Шопенгауэра, которого высоко ценил как своеобразного мыслителя и блестящего писателя и "чудесные произведения" которого он охотно читал. Как и Шопенгауэр, Эйнштейн придерживался мнения,

что бегство от повседневности с ее грубостью и пустотой является одним из самых сильных мотивов, которые приводят к искусству и науке. И хотя он, безусловно, не принадлежал к числу сторонников метафизической системы Шопенгауэра, он разделял взгляд Шопенгауэра о "несвободе человеческой мысли".

Религиозные высказывания Эйнштейна, которые особенно часто встречаются в некоторых работах 30-х годов, нередко истолковывались неверно.

Как следует из его письма к Соловину, под религией Эйнштейн понимал веру в разумность реальности и доступность ее в известной степени человеческому сознанию. "Там, где отсутствует это чувство, наука вырождается в бесплодную эмпирию, - писал он и тут же добавлял: - Какого черта мне беспокоиться, что попы наживают капитал, играя на этом чувстве. Здесь ничем не поможешь".

Понятие религии Эйнштейн рассматривал аналогично Планку. Однако в отличие от Планка он вполне определенно и постоянно ссылался на Спинозу: "Я верю в спинозистского бога, который открывает себя в гармонии бытия, а не в того бога, который занимается судьбами и делами людей". Так гласил его ответ на вопрос американского раввина, верит ли он в бога. В одном из писем последних лет мы читаем: "Спинозистское представление мне было всегда близко, и я всегда восхищался этим человеком и его учением".

Еще резче, чем Планк, выступал Эйнштейн против принятой веры в персонифицированного бога. Он считал эту догму безнравственной, ибо она была "источником страха и надежд", из которого священнослужители черпали в прошлом свою непомерную силу. Иудейской религии он также ставил в вину сомнительную и бесславную попытку основать моральный закон на страхе. Он был врагом "попов" и противником клерикализма.

Хотя Эйнштейн и не принадлежал к "атеистам по должности" и. как свидетельствует Лауэ, много размышлял о религиозных и историко-религиозных вопросах, он все же был очень

далек от какой бы то ни было традиционной формы веры в бога. Он сам метко называл себя "глубоко религиозным неверующим".

Почти два десятилетия Эйнштейн прожил в Берлине. Примерно столько же он жил потом в Принстоне. Но он так же мало чувствовал себя пруссаком, несмотря на то что был правомочен как действительный член научного учреждения прусского государства, как и американцем в последний период своей жизни, хотя с 1940 года был гражданином США.

"Я вот уже 17 лет живу в Америке, - писал он в 1950 году старой знакомой в Швейцарию, - не восприняв ничего из образа мыслей этой страны". Его отталкивали широко распространенная поверхностность в мыслях и чувствах и культ преуспевающего человека. "В Америке повсюду необходима самоуверенная манера держаться, иначе ничего нигде не получишь и никто тебя не оценит". Эти слова он написал в 1921 году по возвращении из своего первого путешествия в Америку другу молодости Соловину, который готовился к путешествию через Атлантический океан.

Само собой разумеется, что принципиальный противник фашизма и милитаризма деятельно поддерживал все антифашистские выступления. Если он и был несколько раздражен тем, что его имя поставили на титульном листе "Коричневой книги против поджога рейхстага и гитлеровского террора", не спросив его согласия, то все же он был согласен с содержанием этой и других публикаций, направленных против варварства гитлеризма.

Из сообщения его тогдашнего сотрудника, польского физика Леопольда Инфельда, мы знаем, что Эйнштейн во время гражданской войны в Испании радовался каждой победе республиканско-демократичестсих сил и интернациональных бригад, которые поддерживали сопротивление испанского народа фашизму Франко и его приспешников.

Для работы "Радиостанции свободы 29,8", голоса антифашистской Германии, он не только сам предоставлял немецким коммунистам денежные средства, но и склонял других делать

пожертвования для этой цели. Об этом сообщает Юрген Кучинский, которого в 1937 году Эйнштейн разыскал в Принстоне с такой целью. Генрих Манн и Томас Манн, Арнольд Цвейг, Эрнест Хемингуэй и Франс Мазереель, испанские и французские социалисты, английские депутаты-лейбористы и профсоюзные лидеры многих стран говорили на волне 29,8, помогая немецким антифашистам сохранить надежду и веру в победу над фашизмом.

Среди публикаций американского периода следует выделить прежде всего небольшую книгу по истории физики, которую Эйнштейн написал совместно с Инфельдом и немецкое издание которой впервые вышло под характерным заголовком - "Физика как приключение познания". Это одно из прекраснейших изложений истории физической мысли от Ньютона до Гейзенберга, образцовое по ясности и доступности языка.

Усиливающаяся военная опасность вызывала у страстного борца за мир глубокую тревогу. Когда стало очевидным, что гитлеровский фашизм развяжет мировую войну, Эйнштейн по настоянию нескольких физиков, таких же как и он изгнанников из Германии, написал президенту Рузвельту, обращая внимание правительства на необходимость тщательного исследования вопроса о применении ядерной энергии в военных целях.

Эйнштейн действовал под влиянием опасения, что оставшиеся в фашистской Германии исследователи-атомщики начнут по поручению правительства работу над созданием атомного оружия. Когда это предположение после разгрома гитлеровского государства оказалось неверным, он глубоко сожалел о своем шаге.

Ученый-гуманист тяжко страдал из-за ужаснейших последствий фашистского господства на немецкой земле и на оккупированных гитлеровскими войсками территориях. Преднамеренное, планомерное уничтожение шести миллионов евреев в газовых камерах и концентрационных лагерях преисполнило его ужасом и презрением ко всему немецкому народу. Он не желал больше иметь

ничего общего с немцами, делая исключение лишь для немногих, к числу которых в первую очередь принадлежали Макс фон Лауэ и Отто Ган. Даже в 1950 году он - "из чувства еврейской солидарности", как писал Лауэ, - возражал против публикации в Германии каких-либо его работ.

Политическая позиция Эйнштейна во многом изменилась уже со времени его изгнания из "коричневого рейха". Макс фон Лауэ писал: "Если раньше он ценил возможность быть гражданином мира в своих мыслях и чувствах, то теперь удары судьбы выковали в нем внутреннее чувство принадлежности к иудейству, которое испытывали и многие другие эмигранты".

По собственному признанию Эйнштейна, принадлежность к еврейскому народу стала его "сильнейшей человеческой связью". Вновь созданное государство Израиль, функции которого в системе мировой империалистической политики он не понял, он поддерживал всей силой своего научного и морального авторитета. Свой отказ в 1952 году стать преемником умершего президента Хаима Вейцмана, он обосновал тем, что уже слишком стар и мало пригоден для занятий практической политикой.

После преступного применения американского атомного оружия против гражданского населения Японии Эйнштейн вновь заявил, что человечеству необходим "новый тип мышления", если оно хочет продолжать существовать и развиваться. Атомная бомба принципиально изменила сущность мира; человеческий род поставлен в новые условия, которым должно соответствовать его мышление. Поскольку не существует действенной защиты против атомной бомбы, угрожающей уничтожением всей цивилизации, внешняя политика каждого государства должна строиться так, чтобы она не привела к атомной смерти. "Делать ошибки слишком поздно", - говорил он в 1946 году.

Руководствуясь подобными соображениями, Эйнштейн не уставал вновь и вновь бичевать враждебную миру политику США. Он упрекал правительство Трумэна в том, что оно не предпринимает никаких серьезных попыток к

"принципиальному соглашению с Россией" и более того - во многом способствует обострению существующих противоречий и напряженности.

Эйнштейн настойчиво требовал "соглашения на высшем уровне" между США и Советским Союзом как основной предпосылки для сохранения мира во воем мире.

Страстно выступал знаменитый физик против слежки за настроениями и политической "охоты на ведьм", которые практиковались в последние годы его жизни под руководством крайне реакционного фашиствующего сенатора Маккарти. В открытом письме учителю, который - как незадолго до этого Бертольд Брехт должен был держать ответ перед "комиссией по расследованию антиамериканской деятельности", Эйнштейн со всей резкостью осудил эти "методы инквизиции нового времени".

Какой глубокий трагизм в том, что государство, в котором великий гуманист надеялся найти прибежище от "коричневого" террора и которое он считал демократическим, "свободным" государством, теперь преследовало его так же, как два десятилетия назад его порабощенное фашистами отечество!

Тяжкие раздумья ученого на закате его жизни о политических событиях, участником или наблюдателем которых он был, наложили печальный след на его лицо - удивительное зеркало его души. Об этом свидетельствуют многочисленные фотографии последних лет. В "Афоризмах для Лео Бека" есть горькое замечание: "Приоритет глупости неоспорим и гарантирован на все времена". А в одном из писем к Леопольду Инфельду стоит отчаянная фраза: "Люди как зыбучий песок, никогда не знаешь, что завтра окажется на поверхности".

Заслуживает внимания предпринятая Эйнштейном попытка - гораздо более примечательная, чем его весьма далекий от действительности план "всемирного правительства", - в империалистической стране, ставшей главным очагом антикоммунизма, выдвинуть социальную программу, отдельные идеи которой совпадали с марксистскими представлениями. Набросок такой программы

был дан в статье, носящей заголовок "Почему социализм?", которая была напечатана в 1949 году в одном американском журнале. Эйнштейн подверг уничтожающей критике капиталистический общественный порядок, осудив его как главного виновника упадка социальных чувств людей.

В капиталистическом обществе, писал он, производство работает только для прибыли предпринимателей. Не принимаются никакие меры для сохранения гарантированной оплаты всем способным и желающим работать людям. Существует постоянная армия безработных. Трудящиеся живут в вечном страхе потерять работу. Эти и другие "тяжелые условия" могут быть устранены только путем "создания социалистического хозяйства", "системы воспитания, поставленной на службу социальным целям". При такой организации хозяйства средства производства принадлежат обществу, которое использует их в строгом соответствии с планом.

Эйнштейн описал здесь в существенных чертах плановое хозяйство, которое в то время уже существовало в Советском Союзе и постепенно строилось в странах народной демократии. Верно отмечая, что при строительстве социализма необходимо избегать такой опасности, как "разрастание бюрократии", он, без сомнения, был убежден, что только социализм в состоянии осуществить идеал общественной справедливости.

После 1945 года Эйнштейн вновь и вновь в воззваниях и заявлениях подчеркивал ответственность ученых за сохранение мира во всем мире и будущее человечества. Он призывал их осознать огромную политическую ответственность и выступить за то, чтобы созданные ими средства не были использованы для тех жестоких целей, ради которых они изобретались. В мире, чреватом опасностью атомной войны, ни один ученый не имеет права равнодушно стоять в стороне. В своем заявлении 1946 года Эйнштейн писал: "Хотя современную опасность вызвало к жизни естествознание, но действительная проблема лежит в умах и сердцах

людей".

Несмотря на то что свою главную задачу Эйнштейн видел в исследовательской работе в области теоретической физики, он не задумываясь "делил свое время между политикой и уравнениями" ради сохранения мира. Благодаря своей борьбе за мир он как политический деятель достиг такой высоты, как никакой другой естествоиспытатель до него. В последние годы он был в этой своей деятельности тесно связан с Альбертом Швейцером и Бертраном Расселом, наиболее значительным своим союзником в борьбе против атомного самоуничтожения человечества.

Когда 18 апреля 1955 года исследователь умер в принстонской клинике, на столике возле его кровати нашли незаконченную рукопись. Эта последняя его работа была посвящена вопросу о необходимости устранения атомной войны; человечество погибнет, если политическая борьба между обеими мировыми системами "превратится в настоящую войну".

Эйнштейн презирал культ личности в любых его формах. В ответ на приглашение принять участие в праздновании 50-летия квантовой теории света и специальной теории относительности, которое в марте 1955 года было организовано в Берлине физиками обоих германских государств, он писал Лауэ: "Возраст и болезнь делают для меня невозможным участие в таких мероприятиях; но я должен также заметить, что это божественное провидение несет с собой нечто освобождающее. Ибо все, так или иначе относящееся к культу личности, было мне всегда неприятно". Перед смертью он запретил проведение траурных торжеств и выразил желание, чтобы его пепел был развеян по ветру.

В оставшемся наброске жизнеописания Альберт Эйнштейн так обрисовал главное дело своей жизни: "Создание теории относительности, связанное с новым представлением о времени, пространстве, гравитации, эквивалентности массы и энергии. Всеобщая теория поля (не закончена). Вклад в развитие квантовой теории".

Ленин писал об Эйнштейне как о великом преобразователе естествознания. Имя творца

теории относительности и одного из создателей квантовой теории так же бессмертно, как имена Галилея, Кеплера и Ньютона. Он равен им научным величием и превосходит их глубиной постановки вопроса и общественной значимостью результатов своих исследований.

Научное величие Альберта Эйнштейна, по словам Томаса Манна, нефизики могут постичь лишь интуитивно. Но в памяти всех людей доброй воли гениальный естествоиспытатель останется жить как неустрашимый борец за истину, человеческое достоинство и мир между народами.

Слова, сказанные Эйнштейном о Кеплере, справедливы и по отношению к нему самому: "Он принадлежал к числу тех немногих людей, которые не могут не высказывать открыто своих убеждений по любому вопросу".

Эта основная черта его существа стала глубочайшим источником его мировой славы.

Макс Фон Лауэ

Открытие интерференции рентгеновских лучей

Макс фон Лауэ завоевал признание не обоснованием и не разработкой классической квантовой теории, как Планк и Эйнштейн, не был он и физиком-ядерщиком, как Жолио-Кюри, Ферми или Гейзенберг. Но открытие и объяснение им интерференции рентгеновских лучей, при помощи которой впервые оптическими средствами было показано расположение атомов в кристаллических решетках, оказалось настолько блестящим и глубоким вкладом в атомную физику, что исследователь уже только благодаря этому может быть поставлен в первый ряд физиков-первооткрывателей атомного века. То, что он был одним из самых решительных антифашистов среди немецких физиков, вызывает особый интерес к его жизни и деятельности.

Славу Лауэ принесло открытие интерференции рентгеновских лучей. За это открытие, которое он совершил весной 1912 года вместе со своими помощниками-экспериментаторами Вальтером Фридрихом и Паулем Книппингом, он получил в 1914 году

Нобелевскую премию по физике - на много лет раньше своего учителя Макса Планка и своего друга Альберта Эйнштейна.

Но и в других областях Лауэ добился успехов и указывал направление исследований. Научные результаты его труда предстают перед нами в виде множества книг и более чем двухсот публикаций в специальных журналах. Сфера его интересов была обширна.

После интерференции рентгеновских лучей следует назвать область теории относительности.

В 1911 году Лауэ написал первую книгу "Принцип относительности": исчерпывающее изложение круга вопросов специальной теории относительности с критическим разбором отдельных работ, относящихся к данной теме. Десятилетие спустя он написал второй том, в котором излагалась общая теория относительности. Эта классическая работа неоднократно переиздавалась. Она способствовала распространению учения Эйнштейна и ускорила его понимание.

Уже одно опровержение возражений противников специальной теории относительности следует признать личным творческим вкладом Лауэ в ее формирование и становление. Этому в немалой степени содействовали его математические способности, которые, по мнению друзей и коллег, превосходили математическое дарование Планка.

Во время берлинской профессуры Лауэ специально работал над сверхпроводимостью - странным неожиданным исчезновением электрического сопротивления у некоторых металлов и полупроводников на пороге абсолютного нуля температур. Это явление было открыто в 1911 году в Лейдене голландским физиком Камерлингом-Оннесом, которому незадолго до этого удалось получить жидкий гелий. Таким способом можно было получить очень низкие температуры ниже 10° по Кельвину.

При помощи этого нового метода физических исследований Камерлинг-Оннес установил, что электрическое сопротивление ртути при понижающейся температуре не только

постепенно падает - это было уже известно, - но примерно при 4° по Кельвину внезапно бесследно исчезает. Ниже этой "точки скачка" закон Ома перестает действовать. В сверхпроводящем ртутном кольце электрический ток пробегал с неослабевающей силой в течение нескольких дней.

Вскоре лейденский физик, удостоенный за свое открытие в 1913 году Нобелевской премии, обнаружил аналогичное явление у ряда других чистых металлов, таких, как олово и свинец. Однако температура, при которой это явление отмечалось, была различной.

В противоположность обычному электрическому току, подчиняющемуся закону Ома, ток в сверхпроводнике не проникает глубоко в тело проводника. Это было установлено в 30-х годах советскими физиками. В Германии исследованием этих вопросов занимался в Физико-техническом институте в Берлине Вальтер Мейснер. В 1933 году он открыл, что магнитное поле в сверхпроводнике ограничено очень тонким слоем под поверхностью, в то время как внутренняя часть достаточно толстого сверхпроводника свободна от поля.

"Мейснеровский эффект" вытеснения магнитного поля стал поворотным пунктом в истории исследования сверхпроводимости. Он обратил внимание физиков на то, что в случаях сверхпроводимости и обычной проводимости с точки зрения термодинамики следует говорить о двух качественно различных фазах одного и того же явления, как, например, об алмазе и графите, являющихся двумя различными ступенями формирования одного химического элемента - углерода.

Теоретическим объяснением и математическим разрешением этих трудных проблем обстоятельно занимался Макс фон Лауэ. В своей книге он дал свободное изложение теории сверхпроводимости, включив в нее дополнение, которое внес в теорию в 1935 году его ученик Фриц Лондон. Суть этого дополнения заключалась в привлечении электродинамики Максвелла к объяснению сверхпроводимости.

Лауэ удалось теоретически объяснить, почему электрическое сопротивление сверхпроводника, если его температура приближается к "точке скачка", в случае использования переменного тока снижается значительно медленнее, чем при использовании постоянного тока. Выдвигая свою теорию, Лауэ преследовал цель - дать объяснение явлений сверхпроводимости, подобное тому, которое выдвинул Максвелл, сформулировав свою теорию электромагнитного поля (в ее первоначальном виде) для обычных проводников и для непроводников.

В указанных трех областях физики ученый оставил заметный след и способствовал развитию науки. Следует назвать и четвертую сферу, к которой он проявлял интерес особенно в последние годы своей жизни: историю физики.

Среди работ Лауэ немало статей и воспоминаний о великих физиках прошлого и настоящего. Серия историко-биографических исследований открывается именами Галилея и Ньютона, затем следуют Гельмгольц, Герц, Рентген, Больцман, Планк, Вилли Вин, Зоммерфельд, Эйнштейн и, наконец, Ганс Гейгер, известный физик-атомщик, создатель счетчика элементарных частиц. Книга Лауэ "История физики", вышедшая в 1947 году, неоднократно переиздавалась и еще при жизни автора была переведена на семь иностранных языков, в том числе на японский, польский и русский.

"Радость видеть и понимать", которую Эйнштейн в одном из афоризмов назвал "прекраснейшим даром природы", была основной чертой характера Лауэ. "Наука, - писал один из его друзей, - была для него не работой или занятием, а частью его жизни. Она продолжала жить в нем даже ночью во сне".

При его природной деликатности и душевной уязвимости жизнь ученого была, по словам Лизы Мейтнер, "хотя и всегда содержательной, но не всегда легкой".

Макс фон Лауэ родился 9 октября 1879 года в Пфаффендорфе близ Кобленца. Он был одногодком Отто Гана и Альберта Эйнштейна и, подобно Генриху Герцу и Максу Планку, был сыном юриста.

Отец Лауэ несколько десятилетий работал в прусской военной администрации, имел чин генерала. В 1914 году он был возведен в дворянское звание. Волею обстоятельств в том же году Шведская Академия наук отметила его сына высшей наградой за научную работу.

Так как отец часто переезжал, Лауэ в детские и школьные годы жил во многих гарнизонных городах тогдашней Германской империи. Народную школу и начальные классы гимназии он посещал в Познани. В возрасте 12 лет в 1891 году вместе со своими родителями он жил некоторое время в Берлине. Здесь он впервые заинтересовался вопросами физики.

Общество по распространению естественнонаучных знаний "Урания" установило а своих помещениях на Таубенштрассе приборы для физических опытов, которые каждый посетитель после соответствующих объяснений мог сам приводить в действие. Эти установки пробудили у мальчика любознательность и влечение к технике. Доклады "Урании", посещения ее обсерватории на Инвалиденштрассе послужили толчком к размышлениям о естественнонаучных проблемах.

Выбор профессии был предрешен в последних классах гимназии в Страсбурге. Протестантская гимназия, которую он там посещал, была гуманитарным учебным заведением, где на первом плане стояли филологическо-исторические дисциплины, но ее директор понимал возрастающее значение естественных наук и способствовал развитию склонностей учащихся к естественным наукам.

Лауэ получил здесь основательное знание древних языков и пристрастился к греческой философии. "Радость чистого познания, - говорил он позднее, даруют только греки, если не принимать во внимание исключений". Подобные же мысли высказывали и другие известные физики нашего времени: Эрвин Шрёдингер и Вернер Гейзенберг.

Учитель физики обратил внимание 17-летнего юноши на "Доклады и речи" Гельмгольца, которые тогда вышли в новом издании. Лауэ, по его собственному признанию, проштудировал оба

объемистых тома "с пламенным усердием". "Я не хочу утверждать, - говорил он в 1959 году в благодарственной речи по поводу присуждения ему медали Гельмгольца, - что все в них я понял. Особенно философские доклады были предметом моего изучения в течение десятилетий. Но первые познания в физике я получил по большей части из этих томов. И никогда мне так не импонировала чья-либо автобиография, как напечатанная там речь на праздновании его 70-летия. Величие и кристальная чистота его личности нашли свое отражение в этой речи. К тому же она дает ряд указаний по технике исследовательской работы, которые ценны даже для того, кто осознает дистанцию между Гельмгольцем и собой".

Интерес к физике и математике привел Лауэ сначала в Страсбургский университет. Там его увлекли лекции крупного физика-экспериментатора Карла Фердинанда Брауна, который за свои исследования, решающим образом способствовавшие развитию беспроволочного телеграфа, а потом и телевидения, и радарной техники, в 1909 году получил Нобелевскую премию.

Во время следующих четырех семестров в Гёттингене Лауэ окончательно избрал сферой своей деятельности теоретическую физику. Он слушал здесь известных математиков Давида Гильберта и Феликса Клейна и физика-теоретика Вольдемара Фойгта. Он изучал самостоятельно сочинения Кирхгофа.

Как и Эйнштейн, Лауэ своими знаниями в основном был обязан книгам. Позднее он объяснял это так: "Чтение можно при желании прерывать и предаваться размышлениям о прочитанном. На лекции всегда чувствуешь себя связанным ходом мысли говорящего и теряешь нить, если отвлекаешься". Лекции в большинстве случаев только побуждали его к тому, чтобы углубиться в соответствующую литературу.

Несмотря на это, Лауэ, будучи студентом, в отличие от Эйнштейна регулярно посещал лекции. "Я никогда не мог понять, как студенты могут опаздывать на лекции, например из-за своих общественных обязанностей в

студенческом союзе. У меня в голове была только наука". Так писал он в автобиографии.

По-видимому, из гёттингенских ученых самое сильное впечатление на Лауэ произвел Давид Гильберт. Даже в последующие годы жизни Лауэ говорил, что Гильберт был величайшим из научных гениев, которых он когда-либо видел собственными глазами На вопрос о том, нельзя ли сравнивать его по гениальности с Планком, он отвечал не раздумывая: Планк явил миру только одно-единственное великое достижение, Гильберт же, напротив, высказал много гениальных идей. Тем, что Лауэ стал одним из лучших математиков среди физиков нового времени, он не в последнюю очередь обязан тренированности ума, полученной им от таких ученых, как Гильберт и Клейн, которые принадлежали к самым значительным математикам-мыслителям в истории науки.

К математике Лауэ всегда питал особое внутреннее пристрастие. По его убеждению, эта наука наиболее чисто и наиболее непосредственно передает опыт истины. В атом он видел также ее ценность для общего образования. Еще в годы ученичества прекрасное своей законченностью математическое доказательство доставляло ему огромную радость.

Но так же, как и Эйнштейна, математика привлекала Лауэ лишь в ее применении к вопросам физики. Математические формулы и доказательства должны, как он говорил, "иметь какое-нибудь отношение к действительности". Занятия математикой как самоцель казались ему напряжением сил при отсутствии предмета, к которому можно было бы приложить силу, подобно плаванию в пустом пространстве. "Я никогда не смог бы быть чистым математиком", - заметил он в одной из своих последних рукописей.

Это подчеркивание соотнесенности математических методов с предметом было еще одним свидетельством материалистической направленности взглядов Лауэ. Но вместе с тем здесь он следовал также культивируемой в Гёттингене традиции тесной связи

математических и физических исследований. Начало этой традиции положили Гаусс и Вебер. Клейн и Гильберт настойчиво и успешно продолжали ее.

После блестящих наставников Страсбурга и Гёттингена Лауэ встретился в Мюнхене с другим прославленным исследователем - Вильгельмом Конрадом Рентгеном. Правда, провел он в Мюнхене лишь один семестр и не сошелся близко с первооткрывателем Х-лучей, который незадолго до этого начал преподавать в Мюнхенском университете и в это же время получил Нобелевскую премию. Всего один раз Рентген беседовал с ним на практических занятиях и при этом, как писал Лауэ в автобиографии, "видимо, с удовлетворением" проверял его знания.

Другое приобретение мюнхенского зимнего семестра 1901...1902 годов физик видел в том, что он в компании своих друзей, студентов-математиков, впервые познакомился с зимними Альпами. "Жаль только, что тогда в Германии не было еще лыжного спорта", - заметил он по этому поводу. Лауэ начал заниматься ходьбой на лыжах через несколько лет после этого в Шварцвальде под руководством Вилли Вина, вместе с которым он затем вплоть до первой мировой войны каждый раз в конце зимы выезжал в Миттенвальд для занятий зимним спортом. Воспоминания об этом оставившем значительный след в науке и одновременно увлеченном спортом ученом и добром человеке Лауэ причислял к самым лучшим в своей жизни.

Во время летнего семестра 1902 года "студент-философ Макс Лауэ" записался в Берлинский университет. Он хотел закончить свое специальное образование докторской работой у Планка, ведущего физика-теоретика Германии. О научном подвиге Макса Планка, об обосновании им квантовой теории, Лауэ в то время еще ничего не знал. Ни в Гёттингене, ни в Мюнхене об этом не говорили. В этом нет ничего удивительного, так как революционизирующее значение открытия элементарного кванта действия еще не получило признания.

У Планка Лауэ слушал термодинамику, теорию

газа и теплового излучения. "На меня тогда произвели сильнейшее впечатление больцмановский принцип связи энтропии и вероятности, закон смещения Вина и доказательство его Планком в законченной форме и, наконец, смелый вывод Планком закона излучения из гипотезы конечных квантов энергии" - отмечал он в автобиографии. Больше всего, однако, дали ему лекции Планка по теоретической оптике.

Физик-экспериментатор Отто Луммер, работавший в Физико-техническом институте, читал в университете теорию света. При этом особое внимание он уделял явлениям дифракции и интерференции на оптических решетках и плоскопараллельных пластинках. Как позднее сказал Лауэ, он приобрел у Луммера тот "оптический инстинкт", который в дальнейшем так ему пригодился. Однако самыми глубокими и самыми решающими стимулами он обязан впоследствии он постоянно это подчеркивал - Максу Планку, человеческое обаяние которого покоряло каждого его слушателя.

Уже примерно через год, в начале лета 1903 года, Лауэ за исследования по теории интерференции на плоскопараллельных пластинках получил степень доктора философии. В отзыве Планка говорится, что работа выполнена "с большой тщательностью и мастерством" и свидетельствует об "основательной подготовке и самостоятельном мышлении". Физик-экспериментатор Эмиль Варбург, будучи вторым рецензентом, ограничился замечанием: "Согласен с вышеприведенной оценкой". О ходе устного испытания свидетельствует протокол от 9 июля 1903 года.

"Экзамен по физике как главному предмету, - говорится в нем, - открыл господин Планк вопросами по теории упругости твердых и жидких тел. Речь шла о гельмгольцевских законах вихревого движения, а также о движении твердого тела в несжижаемой жидкости. Потом обсуждались уравнения электромагнитного поля, а также научные и технические единицы электрических и магнитных

величин. В заключение было задано несколько вопросов по термодинамике. Кандидат показал вполне удовлетворительные знания".

Эмиль Варбург продолжал экзамен по экспериментальной физике как второй специальности, задав вопросы по распространению звука, двойному преломлению и другим проблемам оптики, по измерению сопротивления, индукции, электрическим колебаниям и т.п. Он обнаружил у кандидата "в общем весьма удовлетворительные знания". Математик Шварц отметил, что кандидат показал себя во всех областях, которых касался экзамен, "очень хорошо подготовленным": "Все его ответы отличались ясностью, определенностью и правильностью"

Наконец, Фридрих Паульсен закончил экзамен вопросами по философии как второстепенному предмету. Его запись гласит: "Кантовская философия была исходным пунктом экзамена. Кандидат показал, что он основательно знаком с системой Канта, может ясно и последовательно развивать свою мысль. Результат вполне удовлетворителен". Общая оценка, которую получил Лауэ, - "magna cum laude".

Похвальная оценка его философских знаний тем более примечательна, что Лауэ, который был не согласен с господствовавшей тогда школьной философией, никогда не посещал лекций по философии. Но он приобрел основательные философские познания благодаря самостоятельному изучению сочинений Канта. В течение целого года он систематически штудировал основные произведения по теории познания великого кёнигсбергского философа и его этические работы.

В течение всей жизни кантовская философия была для Лауэ вершиной философского мышления человечества. Его личное уважение к Канту было настолько велико, что даже в последние годы он в одном из разговоров подробно расспрашивал, избежала ли могила философа разрушений во время войны и поддерживается ли она в порядке. Другой представитель немецкой классической философии, Фихте, интересовал его гораздо

меньше. Лауэ был не согласен с его взглядами, так как Фихте, по его словам, был слишком "политическим агитатором".

Лауэ, был намного более сознательным кантианцем, чем Планк или Гельмгольц. Последний, по его мнению, "основательно исказил" Канта и не мог понять всей глубины вопроса о возможности опыта. Такого же мнения был он и об Эйнштейне, который, как он выражался, "не выносил Канта". "В этом вопросе я чувствую свое превосходство над Эйнштейном, - писал он в одном из писем, я довольно долго штудировал Канта". По сути дела, Лауэ истолковывал Канта в материалистическом смысле. Таким образом, классическая немецкая философия оказала ему неоценимую помощь в его исследовательской работе по физике. В другой форме, чем у Эйнштейна, но не менее отчетливо в трудах Лауэ сказалось то, что ученый "может почерпнуть для себя много полезного во всякой философии", как заметил В.И. Ленин в письме к Максиму Горькому, говоря о литературно-художественном творчестве.

После получения докторской степени Лауэ возвратился в Гёттинген для того, чтобы в тиши этого "типичного маленького городка" совершенствовать свое специальное образование. Он провел здесь четыре семестра. У молодого доцента Макса Абрахама, ученика Планка, он слушал лекции по электронной теории, а у астрофизика Карла Шварцшильда - по геометрической оптике. Как и его учитель Планк, Лауэ сдал государственный экзамен на право преподавания в средней школе; однако этим правом он так никогда и не воспользовался.

На экзамене по другому второстепенному предмету, химии, требовалось знание основ минералогии. Так Лауэ впервые соприкоснулся с той областью, которая несколько лет спустя стала основной сферой его интересов.

Однако его познания в минералогии были тогда, по-видимому, не слишком глубоки. "Я до сих пор помню, - замечал Лауэ о минералоге, который его экзаменовал, - как росло его веселое настроение по мере того, как он все более убеждался в моем полном невежестве".

Только приняв во внимание его столь необычные для кандидата, сдававшего государственный экзамен, знания по химии, комиссия сочла его все же выдержавшим экзамен. Основательно Лауэ познакомился с кристаллографией за годы профессуры во Франкфурте.

Когда осенью 1905 года Планк предложил ему освободившееся место ассистента, Лауэ с радостью согласился. Более трех лет он был помощником Планка. Просмотр студенческих работ и подготовка семинаров оставляли ему достаточно времени для собственных исследований.

Молодой физик занимался теперь снова исключительно вопросами оптики. Статья "К термодинамике явлений интерференции" и шесть других опубликованных работ уже через год после начала работы в Берлинском университете, в ноябре 1906 года, дали ему право на преподавание теоретической физики. В конкурсной работе рассматривался вопрос о действительности второго принципа термодинамики для оптических процессов и давался утвердительный ответ на этот вопрос.

В обстоятельной рецензии на представленную работу Планк делает вывод, что Лауэ в достаточной мере показал, что он в состоянии "самостоятельно исследовать большие научные вопросы"; он убежден также, пишет он далее, что лекции Лауэ будут ценным вкладом в преподавание теоретической физики. Нернст ограничился тем, что выразил свое согласие с оценкой Планка. Доклад на коллоквиуме носил название "Перенос энергии в теории упругости и в электродинамике"; из трех тем, предложенных Лауэ для пробной публичной лекции, факультет выбрал одну - "Развитие теории электричества после Максвелла и Герца".

После трехлетней преподавательской деятельности в Берлине Лауэ поселился в Мюнхене, куда он был приглашен в качестве приват-доцента. В столице Баварии он провел три счастливейших года. Его дом - в 1910 году он женился на дочери одного офицера - стал местом научных встреч. В летние месяцы он плавал под

парусами по Штарнбергскому озеру и работал в Фельдафинге, в своем лодочном сарае, который стоял на сваях над водой. Там же он написал свою первую книгу о теории относительности Эйнштейна. "Так хорошо мне впоследствии больше никогда не было", - писал он в автобиографии.

В Мюнхенском университете условия для исследовательской работы Лауэ в узкой области физической оптики были особенно благоприятными.

Экспериментальную физику представлял Рентген, который, как известно, был очень замкнут. "Я лично смог с Рентгеном спокойно поговорить только один раз, - писал в автобиографии Лауэ. - Это произошло во время поездки в Фельдафинг в переполненном поезде, где я нашел единственное свободное место в отделении третьего класса против того места, где сидел Рентген. Тогда у меня сложилось впечатление, что мы могли бы хорошо понять друг друга, если бы только представился к этому случай".

Ведущим физиком-теоретиком в Мюнхене был Арнольд Зоммерфельд, который вскоре создал блестящую школу, одну из крупнейших физических школ, существовавших в Германии после Гельмгольца. Зоммерфельд был выдающимся математиком. Первоначально областью его деятельности была теория относительности Затем он внес ценный вклад в атомистическую теорию Бора, особенно благодаря своему всемирно известному труду "Строение атома и спектральные линии".

Зоммерфельд занимался также вопросами о природе рентгеновских лучей. В противоположность корпускулярной концепции, защищаемой английским физиком Уильямом Брэггом и его сыном Лоуренсом, рассматривавшими Х-лучи как поток частиц, Зоммерфельд объяснял их с позиций волновой теории: взгляд, который опирался на доказательство поляризации рентгеновских лучей, приведенное в 1906 году английским физиком Чарлзом Баркла. Точно так же, как и Вилли Вин, Зоммерфельд определил длину волн

рентгеновских лучей.

В Мюнхене издавна существовали сложившиеся исследовательские традиции в области минералогии и кристаллографии. Здесь работал Пауль фон Грот, известный минералог, убежденный сторонник гипотезы, согласно которой структура кристаллов имеет вид пространственной решетки.

Физик из Фрейбурга Людвиг Август Зеебер еще в 1824 году предположил, что атомы в кристаллах расположены в центрах определенных геометрических тел Это была очень смелая мысль. Ни один естествоиспытатель до него не пытался перенести в минералогию понятие "атом", введенное в химию Авогадро и Дальтоном, и увидеть в атомах своего рода кирпичики кристаллической решетки.

Гипотеза фрейбургского ученого - первая ступень к теории пространственной решетки кристаллов - не привлекла внимания. Она далеко обогнала теоретические потребности физиков и минералогов, к тому же не наблюдалось никаких фактов, которые подтверждали бы существование кристаллических решеток. Эта концепция казалась лишь натурфилософской спекуляцией. Только Гаусс поддержал идею расположения точкообразных атомов в кристаллах и указал на возникающие при этом математические проблемы.

В середине XIX века французский естествоиспытатель Огюст Браве выдвинул гипотезу о пространственной решетке, которая позднее стала общепринятой. Заслуга ее математического оформления в последней трети XIX века принадлежит прежде всего русскому кристаллографу Федорову и немецкому математику Шенфлису. Некоторые физики также склонялись к ней. Но о ее всеобщем признании не могло быть и речи.

Однако в Мюнхене гипотеза о кристаллической решетке нашла сторонников Ее придерживался физик Леонард Зонке, преподававший в Мюнхенском университете вплоть до 90-х годов. К числу тех немногих ученых, которые в Германии 1910 года были страстными приверженцами этой концепции,

принадлежал и Пауль фон Грот. В коллекциях мюнхенских институтов можно было всюду увидеть решетчатые модели кристаллов. Физики жили здесь представлениями о пространственно-решетчатой структуре кристаллов и (благодаря влиянию Зоммерфельда) о волновой природе рентгеновских лучей.

В этих особых условиях, которые он сам оценивал как счастливую случайность, Лауэ совершил свое гениальное открытие. В своем нобелевском докладе он рассказал, как в феврале 1912 года ему пришла в голову та идея, которая оказалась такой плодотворной и богатой последствиями в научном отношении. Пауль Эвальд, докторант Зоммерфельда, пришел к Лауэ посоветоваться по поводу трудностей, с которыми он столкнулся в работе по волновой оптике. Лауэ много лет работал в области оптики и считался глубоким знатоком этого круга проблем. И хотя в данном случае он не мог дать совет, но во время беседы он высказал мысль, что нужно попробовать пропустить через кристаллы рентгеновские лучи.

Если рентгеновские лучи действительно имеют волновую природу и длина их волны в какой-то степени соответствует оценке Вина и Зоммерфельда и если кристаллы действительно построены из пространственных решеток, то, по мнению Лауэ, при просвечивании кристаллов рентгеновскими лучами должны будут обнаружиться явления дифракции и интерференции, которые уже давно были известны у обычного света. Согласно расчетам кристаллографов, атомные пространственные решетки в кристаллах были таких размеров, что могли служить естественными "оптическими решетками" для рентгеновского света. Искусственные оптические решетки, штриховые и крестообразные, применявшиеся в том виде, в каком они впервые были процарапаны на стекле с большой точностью мюнхенским оптиком Фраунгофером, были слишком грубы для очень коротких, как предполагали, волн рентгеновских лучей. Поэтому экспериментаторы напрасно пытались получить с их помощью явления интерференции для рентгеновских лучей.

Итак, Лауэ связал друг с другом две гипотезы из двух различных областей науки: волновую теорию рентгеновских лучей и гипотезу о пространственных решетках кристаллов. В основе своей это было не что иное, как простое соединение двух уже существующих, но до сих пор, однако, совершенно не зависимых друг от друга логических рядов.

Как и все простое, эта операция оказалась трудной, и до Лауэ такая мысль никому не приходила в голову. "Лежавшая в основе идея, - говорил позднее исследователь о своем открытии, - казалась мне после того, как я к ней однажды пришел, настолько само собой разумеющейся, что я никогда не мог понять удивления, которое она вызвала в мире специалистов, равно как и сомнения, с каким ее встречали еще несколько лет спустя".

Творческая идея Лауэ была, как считал Планк, не случайной внезапной мыслью, а "неизбежным результатом логической цепи идей". У Лауэ она созрела раньше, чем у любого другого физика, потому что она находилась в тесной связи с вопросами, которые занимали его научное мышление. При этом сыграл свою роль "оптический инстинкт", который он приобрел в Берлине у Луммера. "Сколько физиков уже пропускали рентгеновские лучи через кристаллы, не замечая дифракции лучей, - говорил Макс Борн в юбилейной речи, посвященной открытию Лауэ. - Нужна была способность мысленно увидеть лучи прежде, чем они появятся на пластинке. Именно в этом заслуга Лауэ".

В зоммерфельдовском институте теоретической физики, в котором Лауэ был приват-доцентом, незадолго до этого появился ассистент Вальтер Фридрих, защитивший диссертацию у Рентгена. Еще будучи учеником старших классов, Фридрих, который родился 25 декабря 1883 года в Магдебурге в семье инженера, экспериментировал с рентгеновскими лучами. Делал он это настолько основательно, что наряду с блестящими оценками по физике приносил домой едва ли не худшие оценки по филологическим и историческим дисциплинам. После сданных наконец выпускных экзаменов он

некоторое время учился в Женеве - все еще колеблясь: не заняться ли ему музыкой, - а затем в Мюнхене под руководством Рентгена посвятил себя экспериментальной физике. Результат его докторской работы опирался на понимание рентгеновских лучей в духе волновой теории. Фридриху было тогда 28 лет. Он уже обладал богатым опытом работы с рентгеновскими лучами и мастерски владел техникой научной фотографии. Когда он услышал о соблазнительной идее Лауэ, то тотчас же с юношеским воодушевлением изъявил готовность экспериментально проверить это предположение. Однако он сразу же столкнулся с трудностями.

Зоммерфельд, руководитель института, не желал и слышать о таком эксперименте своего ассистента. По его мнению, в задуманном опыте не следовало ожидать четких явлений дифракции из-за теплового движения атомов. Фридрих, перегруженный другими заданиями, мог поставить свои первые эксперименты только в промежутках между прочими занятиями, тайком, поздними вечерами. Ему помогал другой молодой физик, Пауль Книппинг, который, закончив свою докторскую работу, готовился через несколько недель покинуть институт Зоммерфельда.

Вначале Фридрих и Книппинг использовали в опытах кристалл медного купороса, который просвечивали в произвольно выбранном направлении: без учета положения оси кристалла или других кристаллографических особенностей. Уже на втором снимке обнаружилось явление, предсказанное Лауэ, хотя еще и недостаточно четко. "Для меня это было незабываемое событие, - писал Вальтер Фридрих, - когда я поздно вечером в полном одиночестве стоял в моем институтском кабинете у ванночки с проявителем и смотрел, как на пластинке проступают следы отклоненных лучей".

Решающим для удачного исхода эксперимента было то, что на основе своей рентгенофотографической практики Фридрих заранее выбрал многочасовую экспозицию, так как он был уверен, что лишь таким образом можно будет сделать фотографически активными слабые искривленные лучи. В противном случае

они вполне могли бы быть замечены предыдущими физиками-экспериментаторами, так как кристаллы просвечивались уже более 15 лет. Сам Рентген уже делал такие опыты, не получив при этом картины дифракции.

Очевидный успех Фридриха произвел впечатление на Зоммерфельда и побудил его предоставить своему ассистенту возможность проводить обширные эксперименты, пользуясь средствами института. Он интересовался опытами, давал ценные советы и позднее очень гордился тем, что это крупное открытие было сделано в его институте. Просвечивание цинковой обманки, каменной соли и других кристаллов с упорядоченным расположением атомов - с учетом кристаллографических закономерностей - дало теперь те превосходные фотографические изображения дифракционных спектров решеток, те образцы интерференции, которые в короткий срок под названием "диаграмм Лауэ" стали известны во всем мире.

Открытие интерференции рентгеновских лучей Планк рассматривал как один из самых впечатляющих примеров плодотворности образцового взаимодействия теории и эксперимента. "Насколько остроумны и все-таки фантастичны были комбинации идей Лауэ, которые дали первый толчок к постановке опытов, настолько же нужна была огромная искусность в экспериментах г. г. Фридриха и Книппинга для того, чтобы претворить идеи в действительность". Далее Планк писал: "Теория и эксперимент связаны друг с другом, одно без другого остается бесплодным. Теории без экспериментов пусты, эксперименты без теории слепы. Поэтому оба, теория и эксперимент, требуют с одинаковой настоятельностью подобающего им внимания".

Фридрих, Книппинг и Лауэ в совместной работе сообщили о "явлениях интерференции рентгеновских лучей". То, что в публикации на первое место была поставлена теоретическая часть, автором которой был Лауэ, не соответствовало действительному ходу событий, приведших к открытию. Исчерпывающее количественное объяснение явлений Лауэ дал

лишь тогда, когда были уже получены снимки дифракции. Но так как направляющая мысль исходила от Лауэ и Фридрих с Книппингом без его инициативы и его теоретического плана не осуществили бы опытов, то последовательность работ, установленная в совместной публикации, правомерна. Она также и с внешней стороны характеризует ведущую роль, которая выпала на долю теоретического мышления в этом открытии, пролагавшем новые пути в науке.

Вскоре Лауэ разработал геометрическую теорию интерференции рентгеновских лучей, уточненную позднее им самим и другими исследователями и замененную, наконец, динамическим объяснением. Заслуга Лауэ в математике состояла в том, что он так изменил имевшую хождение в то время теорию дифракции света на плоских решетках, что она оказалась применимой к пространственной решетке и к рентгеновским лучам.

Еще до того, как была напечатана статья об открытии, Лауэ рассказал о ее содержании на заседании Немецкого физического общества. Физики, собравшиеся в аудитории Физического института на Рейхстагуфер перед началом заседания, еще не знали, о чем пойдет речь. Тем неожиданнее был для них сюрприз.

В своем юбилейном докладе по поводу 25-летия открытия интерференции рентгеновских лучей Планк рассказал о ходе этого памятного собрания, которое происходило там же, где он сам за 12 лет до этого выступал с обоснованием своей формулы излучения.

"Это было 14 июня 1912 года, - сказал Макс Планк, - здесь, в этом зале, на этом месте, г-н Рубенс вел заседание. Мы все пребывали в большом нетерпении. Я отчетливо вспоминаю детали происходившего. Когда г-н фон Лауэ после теоретического введения показал первые снимки, на которых было изображено прохождение пучка лучей через произвольно ориентированный кусочек медного купороса, и на фотографической пластинке, рядом с центральным местом прохождения первичных лучей, видны были несколько маленьких странных пятнышек, то слушатели замерли в

напряженном ожидании, однако все еще не совсем убежденные в правильности изображения на экране. Но когда был показан пятый снимок, первая типичная диаграмма Лауэ с регулярно и аккуратно на различных расстояниях от центра расположенными интерферентными точками, полученная при облучении кристалла цинковой обманки, установленного под определенным углом к первичному пучку, то по залу прошло всеобщее, едва сдерживаемое "ах!". Каждый из нас чувствовал, что он присутствует при великом событии, что здесь впервые в до сих пор непроницаемой стене была пробита брешь, которая вела из тогдашних потемок сокровенных и мучительных тайн в мир света нового знания и открывала взору широкие многообещающие дали".

В отличие от открытого Планком квантования энергии, которое вначале заинтересовало лишь нескольких берлинских физиков и в течение многих лет оставалось не признанным научной общественностью, открытие Лауэ сразу же начало свое победное шествие по свету: новое доказательство того, какое значение приобретают фотодокументы для признания достижений естествознания.

Фотограммы, которые Лауэ впервые показал коллегам в Берлине с помощью проектора, вызвали такой же интерес, как и те, которые Рентген за 16 лет до этого разослал друзьям и коллегам. Эйнштейн в 1912 году восторженно писал из Праги своему бывшему сотруднику: "Лауэ прислал мне фотографию явления дифракции рентгеновских лучей. Это самое удивительное из всего, что я когда-либо видел. Дифракция от отдельных молекул, расположение которых становится таким очевидным".

Рентген также был изумлен снимками, которые представили ему Лауэ и Фридрих. При его неизменном недоверии ко всем "сенсационным открытиям" он долго не мог убедить себя в том, что здесь речь идет действительно о явлениях дифракции и интерференции.

Открытие интерференции рентгеновских лучей, которым увенчался путь исследований,

предложенный Рентгеном, принадлежит к самым значительным физическим открытиям новейшей истории науки. Оно имело многообразные последствия.

Оно теоретически подтвердило, что рентгеновские лучи являются коротковолновым электромагнитным излучением, хотя вначале еще ничего не знали об абсолютной величине длины их волны. Другие объяснения рентгеновских лучей, прежде всего корпускулярная теория, были тем самым устранены окончательно. В этом смысле открытие Лауэ являло собой противоположность доказательству Генрихом Герцем существования длинных электромагнитных волн.

Одновременно с этим обнаружение интерференции рентгеновских лучей в кристаллах возвело гипотезу кристаллографов о пространственной решетке в ранг достоверной экспериментально подтвержденной кристаллографической теории. Опираясь на открытие Лауэ, английские исследователи Уильям и Лоуренс Брэгги математически точно определили длину волны рентгеновских лучей и размеры кристаллической решетки. Созданный ими метод "вращающегося кристалла" имел основополагающее значение для рентгеноспектрографии.

Огромное значение имело открытие Лауэ и для учения об атоме. Оно возвестило, по словам Планка, "совершенно новую эру атомистики". Оно дало ключ к качественному и количественному исследованию атомной структуры материи. С его помощью стало возможным заглянуть в строение электронной оболочки атома и физическими методами определить порядковый номер элемента в периодической системе. Методы Лауэ позволили также найти новые химические вещества.

Исследования Эйнштейном броуновского движения и результаты работ французских и английских физиков-экспериментаторов окончательно подтвердили атомистические воззрения с точки зрения молекулярной физики. При помощи интерференционного метода Лауэ было оптически достоверно показано

расположение атомов в кристаллических решетках, хотя для расшифровки изящных фотографических диаграмм оказалось необходимым прибегнуть к достаточно сложной математической теории. Но в соединении с созданной почти одновременно камерой Вильсона, которая делала непосредственно видимыми траектории отдельных движущихся атомов и атомных частиц, открытие Лауэ устранило последние сомнения относительно существования атомов.

"Атомы стали видимыми!" - писал в 1913 году Вильгельм Оствальд, который всего несколько лет назад принадлежал к самым ярым противникам атомизма. Эта запись сделана на полях работы, где он выступает как раз против таких вещей, "которые находятся ниже границы видимого, в том числе и вооруженным глазом". Теперь вопрос, который Эрнст Мах задавал каждому, кто в его время говорил об атоме: "А вы его видели?" - не мог привести в замешательство ни одного сторонника атомистики.

Как неоднократно подчеркивал Лауэ, без уверенности в существовании атомов он никогда бы де пришел к мысли начать свои опыты с просвечиванием. Вера в реальность атомов, тесно связанная с материалистической традицией, способствовала, таким образом, открытию новой истины. Решающая битва за атомизм была выиграна. Столетия, необходимые, по мнению Людвига Больцмана, для победы учения об атоме, превратились в несколько лет.

Об ученых, которые, несмотря ни на что, все еще пытались считать теорию атома лишь рабочей гипотезой, Лауэ писал в 1914 году в своем докладе: "Следовало бы спросить этих скептиков, считают ли они существующими солнце и звезды на небе, или же и утверждение астрономии о том, что в этом случае речь идет об огромных невообразимо далеко находящихся от нас телах, они тоже признают рабочей гипотезой. Мне кажется, что для доказательства существования атомов мы имеем по крайней мере такие же надежные основания, как и для доказательства существования звезд".

Открытие интерференции рентгеновских

лучей имело значение, далеко выходящее за пределы областей физики и философии. Оно сделало возможным развитие новых отраслей науки, и прежде всего образование новых исследовательских направлений в минералогии и кристаллографии. Метод рентгенографического структурного анализа, основанный Лауэ и его сотрудниками, разом расширил средства исследования минералов, которые до этого ограничивались преимущественно лупой и поляризационным микроскопом.

Рентгеновская спектроскопия развивалась теперь как отрасль оптической спектроскопии. Исследование тонкой структуры твердых тел, металлов и их сплавов, методы дефектоскопии, создание искусственных веществ покоятся большей частью на открытии Лауэ, последствия этого открытия в технике и промышленности необозримы. Лауэ буквально проснулся всемирно знаменитым. Еще в год открытия (1912) мюнхенский приват-доцент был приглашен в Цюрихский университет в качестве профессора теоретической физики. Там он занял место, бывшее первой профессурой Эйнштейна, который теперь - после своего возвращения из Праги в Цюрих - работал в Высшей технической школе. В эти годы упрочилась дружба обоих ровесников, зародившаяся еще тогда, когда Эйнштейн жил в Берне, а Лауэ - в Берлине.

Вскоре после опубликования теории относительности Лауэ, тогда еще ассистент Планка, поехал в Швейцарию для того, чтобы обсудить с Эйнштейном некоторые вопросы новой теории. Об этой первой встрече позднее он писал: "Согласно письменной договоренности, я зашел к нему в Патентное бюро. В приемной служащий сказал мне, чтобы я вернулся в коридор: Эйнштейна я встречу там. Я сделал, как он сказал, но тот молодой человек, который шел мне навстречу, произвел на меня столь неожиданное впечатление, что я не поверил в его способность быть создателем теории относительности. Я пропустил его мимо и только тогда, когда он вновь вышел из приемной, мы познакомились. Подробностей нашей беседы я не помню. Но мне помнится, что сигара, которую он

мне предложил, так мало мне понравилась, что я как бы нечаянно уронил ее в реку, когда мы проходили по мосту через Аар".

Раннее знакомство с вопросами специальной теории относительности позволило Лауэ в сравнительно короткое время написать первое монографическое изложение нового учения. Оно было опубликовано в 1911 году под названием "Принцип относительности". За годы пребывания в Цюрихе он познакомился с основами общей теории относительности и теории гравитации. Своеобразие хода мыслей ее творца доставило ему, как и многим другим физикам, немало трудностей.

"Я должен признать, - писал он 30 октября 1959 года, - что во время становления общей теории относительности я часто беседовал с Эйнштейном, но его монологов, собственно, никогда не понимал. Только потом, когда все было ясно, я мог с благоговейным удивлением постепенно постигать ту истину, которая открылась ему". Как заметил Лауэ в другом месте, в общей теории относительности "он окончательно разобрался" только около 1950 года.

За открытие интерференции рентгеновских лучей ученый был удостоен в 1914 году Нобелевской премии по физике. После Вильгельма Рентгена, Филиппа Ленарда, Фердинанда Брауна и Вилли Вина Макс фон Лауэ был пятым немецким физиком среди награжденных этой премией.

Чувство справедливости не позволило ему претендовать на всю полагающуюся при награждении Нобелевской премией денежную сумму. Треть ее он публично уступил своим помощникам по экспериментам. О совместной работе при открытии интерференции рентгеновских лучей Фридрих писал спустя полвека: "Годы сотрудничества с Максом фон Лауэ, благодаря его гармоническому и глубоко коллегиальному характеру, всегда будут для меня самыми лучшими воспоминаниями в моей жизни".

Вальтер Фридрих, который осенью 1913 года на собрании естествоиспытателей в Вене

сообщил об открытии интерференции рентгеновских лучей и о завершающих работах, вскоре после этого полностью переключился на применение рентгеновских лучей в биологии и медицине. С 1914 года он руководил во Фрейбурге в Брейсгау физической лабораторией в университетской гинекологической клинике и разрабатывал там основы рентгенотерапии. В 1917 году он получил право преподавания общей физики. Четыре года спустя он был назначен профессором.

С 1923 года Фридрих руководил специально для него созданной кафедрой излучения на медицинском факультете Берлинского университета. Его школа быстро превратилась в центр биофизических исследований в Германии, вскоре добрая слава о ней вышла далеко за границы страны. "Мы, физики, должны в определенной степени сожалеть о том, - писал Макс фон Лауэ в связи с 70-летием своего прежнего сотрудника, - что его большая энергия оказалась потерянной для нашей науки. Но мы не должны завидовать соседним наукам".

Другой помощник Лауэ, Пауль Книппинг, продолжал работать в области интерференции рентгеновских лучей. Незадолго перед тем, как принять руководство институтом рентгеновской и технической физики в Высшей технической школе Дармштадта (в создании этого института он принимал участие), он стал нечаянной жертвой транспортной катастрофы. Через 15 лет после этого такая же трагическая участь постигла Зоммерфельда, а через 25 лет - Лауэ.

После двух лет работы в Цюрихе Макс фон Лауэ получил приглашение занять место ординарного профессора физики в только что основанном университете во Франкфурте-на-Майне. В годы первой мировой войны он, как и большинство его коллег физиков, выполнял работу "военного назначения" по заданию командования германской армии. Он участвовал в разработке электронных ламп для беспроволочного телеграфа. Плодом этой работы была статья "О принципе действия усилительных ламп", которая в 1919 году появилась в "Анналах физики".

По собственному желанию в начале 1919 года Лауэ возвратился в качестве профессора теоретической физики в Берлинский университет, который он покинул 10 лет назад, будучи приват-доцентом. Это был своего рода обмен с Максом Борном, который после четырехлетней работы в Берлине принял кафедру Лауэ во Франкфурте-на-Майне.

Лауэ считал Берлинский университет своей "духовной родиной", именно университет, а не город, как он подчеркивал в автобиографии, потому что он, как и Эйнштейн, "всегда чувствовал нерасположение к большим городам". Если считать его студенческие и ассистентские годы, можно сказать, что ученый почти три десятилетия был связан с университетом, основанным Гумбольдтом. В период Веймарской республики он много лет работал вместе с Планком, который передал ему в 1921 году руководство институтом, а позднее - со Шрёдингером. В первые годы второй мировой войны он преподавал одновременно с Гейзенбергом.

Легендарный ныне коллоквиум в Физическом институте на Рейхстагуфер, начало которому положил Рубенс, после смерти основателя (1922) Лауэ вел с достойной подражания добросовестностью и большой дальновидностью. По словам Планка, он был "душой" этого своеобразного форума выдающихся физиков. Лауэ заботился о том, чтобы рассматривались не только вопросы теоретической физики в узком смысле, но также и о том, чтобы с обсуждением своих проблем выступали исследователи пограничных наук: физической химии и астрофизики, которые со времени теории гравитации и космологии Эйнштейна все более и более выдвигались на передний план.

Через год после того, как Лауэ приступил в Берлине к исполнению своих профессорских обязанностей, Прусская Академия наук единогласно избрала его своим действительным членом. Ходатайство о выборах, составленное Планком и им собственноручно подписанное, печаталось в факсимильной репродукции во многих изданиях. В нем говорилось: "Вступление

Лауэ в Академию было бы воспринято всеми физиками в мире, как заслуженное, необходимое признание значения его личности как ученого". Как свидетельствуют протоколы заседаний физико-математического отделения, Лауэ всегда был активным участником обсуждений.

Хотя как лектор Лауэ и не мог сравниться с Планком и крайне неохотно выступал перед большой аудиторией, он обладал незаурядными педагогическими способностями. Наряду с Планком, Нернстом, Шрёдингером и Эйнштейном он существенно способствовал необычайно высокому уровню преподавания физики в Берлинском университете в годы Веймарской республики.

Даже во времена нацизма, когда Эйнштейна и Шрёдингера уже не было в Берлине, а Планк и Нернст были смещены, он всеми силами стремился к тому, чтобы теоретическая физика сохраняла подобающее ей место в крупнейшем немецком университете. "Без его влияния, - писал Планк в 1939 году, - была бы немыслима специальная подготовка по теоретической физике в Берлинском университете". Лауэ с честью представлял немецкую экспериментальную и теоретическую физику за границей, например во время поездок с чтением лекций в Соединенные Штаты Америки в 1930 и 1935 годах.

Из учеников Лауэ берлинского периода в 1933 году покинули Германию Лео Сцилард и Фриц Лондон. Сцилард, который летом 1939 года в США составил письмо Эйнштейна к Рузвельту, был докторантом и ассистентом Лауэ и замещал его иногда в руководстве институтом. В 1927 году он получил право преподавать теоретическую физику. Лондон, который стал доцентом через год, приобрел известность благодаря своим достижениям в области сверхпроводимости.

Во время берлинской профессуры Лауэ также проводил исследования по теории сверхпроводимости. Успеху этих исследований немало способствовала его деятельность в качестве консультанта Физико-технического института (с 1925 года). Там в лаборатории низких температур Вальтер Мейснер провел

решающие опыты с поведением сверхпроводников. Эта новая область исследований очень привлекала Лауэ. "Как и во времена Фарадея, - говорил он Мейснеру, - надо ставить совершенно новые опыты и высказывать совершенно новые соображения для объяснения новых явлений". В общей сложности Лауэ опубликовал почти 20 работ о сверхпроводимости, в том числе одну книгу.

В этот период ученый расширил свое объяснение интерференции рентгеновских лучей в физико-математическом отношении, особенно после того, как Дэвиссон, Джермер и Дж.П. Томсон в 1927 году при просвечивании кристаллов пучком электронов получили явления интерференции, подобные тем, которые были получены Фридрихом и Книппингом за 15 лет до этого. Лауэ разработал новую область интерференции электронных лучей в монографии "Материальные волны и их интерференция". При этом он пользовался усовершенствованными и упрощенными методами расчета, созданными на основе волновой механики Шрёдингера.

В статье по случаю 50-летия Лауэ, 9 октября 1929 года, Планк так определил научную индивидуальность своего самого известного и самого любимого ученика: "Попытаемся кратко охарактеризовать точку зрения Макса фон Лауэ на процесс исследования. Движущая сила его идей заключается во всестороннем углублении научного познания, в радости наблюдения стройности и чистоты теории, словом, в стремлении продумать по возможности до конца каждую физическую идею и испытать ее в таких областях, для которых она первоначально не была предназначена. При этом он отдает предпочтение той области физики, которая издавна поставляла самые точные измерения, вследствие чего и теоретически была наиболее разработана, - оптике. Уже его диссертация была посвящена проблемам оптики.. Во всех его последующих работах всегда заметна тесная связь с оптикой, законы которой были им прослежены в различных направлениях до тонкостей".

Все, кто имел счастье ближе узнать Макса фон

Лауэ, говорят о том, каким душевно богатым и жизнерадостным человеком он был. "С ним могло быть очень весело, потому что он был в ладу с самим собой", - так метко написано в одном из воспоминаний. Лауэ, который в немалой степени обладал даром безошибочно и быстро улавливать комизм ситуации, отлично рассказывал анекдоты. А его поистине гомерический смех над остротами коллег стал у физиков притчей во языцех.

Но так же, как и Эйнштейн, с которым он был особенно дружен в берлинские годы, Лауэ избегал всякого поверхностного общения. Когда друзья во время лыжной прогулки в Альпах пытались уговорить его отправиться вечером в танцзал отеля в горах, напоминая ему, что раньше он танцевал, Лауэ ответил: "Да, когда было необходимо, я танцевал, но что может быть бессмысленнее этого".

Как и большинство крупных естествоиспытателей, Лауэ не был односторонним специалистом-ученым. Он интересовался вопросами искусства, любил музыку и охотно слушал классические произведения, в том числе и по радио, сам играл на фортепьяно. Его дальтонизм не мешал ему, как и Рентгену, восхищаться творениями великих мастеров живописи.

Лиза Мейтнер назвала Макса фон Лауэ "превосходным и благоговейным наблюдателем природы". Друзья рассказывали, как во время автомобильной поездки на Рейн он вдруг остановился и начал смотреть в подзорную трубу, говоря, что с этого места особенно хорошо виден Страсбургский собор. Но больше всего восхищался он красотами высокогорья, которое очень любил. Часто он рассказывал о своих совместных путешествиях в горы с Отто Ганом или Рудольфом Ладенбургом и о своих лыжных прогулках с Вилли Вином. Он мог восхищаться и удачными фотоснимками, сделанными в горах.

Его любимым занятием и подлинным отдыхом было вождение машины. Вначале у него был мотоцикл, затем, с конца 20-х годов, - автомобиль. Когда в 1947 году Мейснер посетил Лауэ в Гёттингене и вместе с ним, уже не имевшим к тому времени своего "штеера",

предпринял прогулку на автомобиле, Лауэ попросил дать ему возможность хотя бы раз сесть за руль. На вопрос: "Вам это так нравится?" - он, сияя, ответил: "Дьявольски!" "И вот это дьявольское удовольствие стоило ему жизни", - заметил в 1960 году в своих воспоминаниях Вальтер Мейснер.

Осенью 1914 гада Макс фон Лауэ одобрил воззвание 93 немецких ученых и художников "К миру культуры" и до последнего часа был убежден в правильности этого воззвания. Его политические выступления после первой мировой войны сегодня могут вызвать у нас лишь неприятное удивление.

В противоположность Эйнштейну, который в ноябрьские дни 1918 года с удовлетворением говорил, что коллеги называют его "заядлым социалистом", Лауэ в силу своего происхождения и воспитания держался в стороне от революционного рабочего движения и пролетарского социализма. К восстанию матросов в Киле, которое послужило сигналом к массовым выступлениям против правящих классов германского государства, он отнесся отрицательно; даже три года спустя он вспоминал об этом событии "с глубочайшим огорчением и стыдом".

Во время контрреволюционного выступления против правительства советов в Мюнхене Лауэ, который в то время находился в Баварии, послал телеграфный запрос в министерство просвещения в Берлине о согласии на его вступление в добровольческий корпус "против большевизма". "Ваше образцовое решение с удовлетворением одобрено", - передал ему в депеше с грифом "государственная телеграмма" младший статс-секретарь Беккер. И тогда известный физик, который презирал военное дело, который только по настоянию отца стал лейтенантам запаса и во время войны не был на военной службе, действительно прослужил в течение четырех недель в "Баварской стрелковой бригаде", так и не успев, однако, принять участие в операциях.

Как и подавляющее большинство немецких интеллигентов, Лауэ верил, что отечеству, которое он любил, угрожают "спартаковцы" и

необходимо защитить его. Он не видел при этом, что защищать требуется наконец-то завоеванные демократические права и свободы от мертвой хватки старых сил, что революционная часть немецкого рабочего класса и ее вожди стремятся создать в Германии общественные отношения, которые положили бы конец угнетению и эксплуатации и навсегда покончили с империалистическими военными авантюрами.

Любовь Лауэ к отечеству была сильна и искренна, но она несла на себе печать злосчастного, традиционного германского национализма и не выходила за границы буржуазного патриотизма.

Политические воззрения Лауэ напоминали во многом взгляды его учителя Планка. Подобно Планку, в период Веймарской республики Лауэ был членом Немецкой народной партии, руководимой Штреземаном партии немецкой крупной индустрии. Ранее он, по его собственным словам, принадлежал к национал-либеральной партии.

Хотя Лауэ никогда не был, как Эйнштейн, "социалистом на уровне эмоций", однако уже тогда, и особенно в ходе дальнейшего развития политических событий, в его взглядах было немало точек соприкосновения с прогрессивными общественными силами. Лауэ осуждал войну как средство решения политических проблем. Он был решительным противником фашизма уже у его истоков и отвергал любую форму расового неравенства. Он выступал с необычайной резкостью и непримиримостью против антисемитизма.

Когда в августе 1920 года на сборище в Берлинской филармонии подверглась нападкам честь творца теории относительности как ученого и как человека, Лауэ при поддержке Нернста и Рубенса незамедлительно выступил в печати в его защиту. И когда 13 лет спустя, весной 1933 года, Альберт Эйнштейн заявил о своем выходе из Прусской Академии наук, а члены Академии вынуждены были заниматься "делом Эйнштейна", Лауэ вновь выступил как бесстрашный защитник великого физика.

Лауэ считал ошибкой политические заявления, с которыми выступал Эйнштейн во время своей заграничной поездки, так как при тогдашних условиях это сделало невозможным его дальнейшее пребывание в Берлинской Академии. Он придерживался мнения, что Эйнштейн должен ясно показать, что ничего общего не имеет с "подстрекательствами против Германии". Однако он был полностью солидарен с ним в антифашистских настроениях и отвращении к коричневому деспотизму.

Прежде всего Лауэ осуждал официальное заявление Академии от 1 апреля 1933 года, в котором утверждалось, что Академия будто бы не имеет повода сожалеть о выходе Альберта Эйнштейна. Спустя два десятилетия он писал, что это "позорное заявление еще и сегодня заставляет краснеть от стыда любого немца".

После опубликования пресловутого документа Лауэ предложил созвать чрезвычайное пленарное заседание Академии не позднее 6 апреля 1933 года. Сохранившиеся скупые протоколы позволяют предположить, что дело в Академии из-за выхода Альберта Эйнштейна дошло до "колоссального краха", как говорил Лауэ в последние годы своей жизни, вспоминая подробности драматического хода этих разногласий. Он глубоко сожалел о том, что не смог отстоять вопреки мнению большинства свое предложение о немедленном публичном признании Академией Эйнштейна и его научных достижений. Даже такой значительный ученый, как математик Эрхард Шмидт, относился, по его словам, к числу тех, которые и слышать не желали о том, чтобы Академия заступилась за Эйнштейна.

Лауэ снимал с себя всякую ответственность за смысл и текст второго заявления Академии относительно "дела Эйнштейна", которое появилось 12 апреля 1933 года в некоторых немецких газетах. Это заявление обвиняло, в частности, Эйнштейна в том, что в своем письме к Лиге борьбы против антисемитизма он говорил о "возврате Германии к варварству давно прошедших времен". Лауэ разделял это мнение Эйнштейна.

Он до конца своих дней не мог простить Планку, что тот уклонился от участия в "деле Эйнштейна", отправившись в путешествие.

Когда Планка, остановившегося в Мюнхене по пути в Италию, настигли первые сообщения о назревающем конфликте, то он, как считал Лауэ, должен был незамедлительно возвратиться в Берлин для исполнения своих обязанностей ответственного секретаря. Планк же отправился в Рим, и руководство Академией в эти решающие часы находилось в руках правоведа, который хотя и не был противником Эйнштейна, но, как метко выразился Лауэ, был "шляпой" и под давлением нацистского министерства позволил составить и распространить от имени Академии это позорное заявление.

Без сомнения, влиянию Лауэ следует приписать то, что Планк после своего возвращения из Сицилии на пленарном заседании 11 мая 1933 года точно и недвусмысленно высказал мнение об Эйнштейне-исследователе большинства немецких физиков.

Расплата за прямодушное поведение Лауэ в "деле Эйнштейна" не заставила себя ждать. В ноябре 1933 года Планк, который в делах Академии, по словам Лауэ, "был очень жестким и официальным", после долгих колебаний предложил Лауэ занять освободившееся после ухода Эйнштейна место официального члена Академии. Обосновывая это, он сказал, что Лауэ одновременно освобождается от обязанностей читать лекции перед большой аудиторией начинающих, что отнимало у него много времени и сил, и получает возможность вести свою работу в направлении более ценном в научном отношении, то есть в том, которое и его самого больше удовлетворяло.

Академия одобрила ходатайство Планка и единодушно избрала Лауэ преемником Эйнштейна, однако нацистский министр по делам науки, искусства и народного образования в январе 1934 года отказался, не указывая причин, утвердить результаты выборов: очень редкий случай в истории Академии.

Враждебной позиции фашистских властей способствовало то обстоятельство, что Лауэ в

сентябре 1933 года в своей речи на открытии Вюрцбургского съезда физиков высказался против политики "коричневых властителей" по отношению к науке. Его ссылка на осуждение Галилея и приписываемые ему слова: "А все-таки она движется!" - в создавшейся ситуации могли быть поняты только как неприятие фашистского насилия.

Физик-нацист Йоганнес Штарк немедленно ответил на речь Лауэ открытой угрозой применения силы против всех ученых, которые не подчиняются добровольно национал-социалистским воззрениям и требованиям. Он обвинил Лауэ в том, что тот позволил себе "подозревать в чем-то национал-социалистское правительство", и высказал надежду (она не оправдалась) на то, что Лауэ будет исключен из правления Немецкого физического общества.

То, что Штарк, этот отъявленный фашист, не был принят в конце 1933 года в Берлинскую Академию наук, произошло в основном из-за решительного выступления Лауэ против его избрания. В "благодарность" за это Штарк, который стал главой Физико-технического института в начале 1934 года, досрочно освободил Лауэ с поста консультанта по вопросам теории. Был смещен и Вальтер Мейснер, связанный тесной дружбой с Максом фон Лауэ и разделявший его политические взгляды.

Мейснер сообщил о небольшом эпизоде на Вюрцбургском съезде физиков, весьма характерном для Лауэ. В аудиторию Лауэ вошел в белой хлопчатобумажной перчатке, надетой на правую руку. Когда Мейснер удивленно спросил, не поранился ли он, Лауэ прошептал ему на ухо: "Вот еще. Здесь есть всякие, которым я не хотел бы подавать руку". Наряду со Штарком он подразумевал прежде всего Ленарда.

Лауэ, принадлежит к тем немногим крупным естествоиспытателям в гитлеровской Германии, которые не сложили оружия в условиях "коричневого террора" и не сделали "и малейшей уступки фашистской идеологии. Даже в официальных документах он избегал принятых тогда приветствий или чего-либо похожего на

них. Он был последовательным буржуазным антифашистом.

Больше всего возмущало Лауэ преследование ученых по расовым мотивам. В автобиографии он писал: "Особенно сильно задевали мое стремление к справедливости беззаконие и произвол национал-социализма и мою гордость ученого - нападки на свободу науки и высшей школы. У меня было всегда, еще со школьных лет, мягко выражаясь, непреодолимое отвращение к антисемитизму, хотя меня самого это не касалось; никогда до 1933 года при заключении дружбы у меня не было в мыслях вопроса о "расе" моего друга. Никогда... я не был поэтому в таком отчаянии по поводу судьбы моей родины, как во время ее смертельной борьбы в 1933...1934 годах. Подобно многим другим, тогда я втайне часто цитировал стихи:

Как вспомню к ночи край родной,
Покоя нет душе больной.

Нередко при пробуждении, вспоминая ужасы предыдущего дня, я спрашивал себя, не снится ли мне все это. Но к сожалению, это была действительность, жестокая действительность".

В связи с этим заслуживает упоминания отношение Лауэ к Фрицу Габеру, который весной 1933 года в знак протеста против преследования евреев и фашистской политики в отношении науки добровольно оставил пост директора Института физической химии Общества кайзера Вильгельма и выехал за границу.

"Когда профессор Габер, - писала в 1960 году Лиза Мейтнер, - в 1933 году встал перед решением, тогда еще добровольным, покинуть Германию, что сделало его глубоко несчастным, мы с Лауэ почти ежедневно бывали у Габера, и я была поражена способностью Лауэ глубоко сочувствовать и той сердечной теплотой, с какой он пытался облегчить для Габера тяжелую ситуацию".

После того как известный химик менее года спустя умер в Швейцарии, душевно сломленный бесчеловечностью совершающегося в его немецком отечестве, Лауэ опубликовал в журнале "Натурвиссеншафтен" в феврале 1934 года некролог, в заключение которого

говорилось: как Фемистокл вошел в историю "не изгнанником при дворе персидского царя, а победителем при Саламине", так и Габер войдет в историю как гениальный изобретатель способа, который лежит в основе технического получения азота из атмосферы, как человек, который таким способом извлекал хлеб из воздуха и который добился успеха на службе своей родине и всему человечеству.

Из-за своего вюрцбургского выступления и недвусмысленных намеков в некрологе Лауэ получил выговор от министерства просвещения. "Там, видно, ощущали потребность сделать что-нибудь для моего развлечения", - заметил он по этому поводу в автобиографии. Никакие предостережения, распоряжения, или "пожелания" нацистов не могли помешать Лауэ и в дальнейшем говорить об Эйнштейне и теории относительности так, как он делал до этого, в то время, как большинство коллег в лекциях и публикациях избегали имени Эйнштейна и ограничивались осторожными описаниями, стремясь не вызывать осложнений.

Когда весной 1943 года Лауэ в своем докладе в Стокгольме заговорил об Эйнштейне и его научных заслугах, два представителя германского посольства демонстративно покинули зал. Лиза Мейтнер, которая нашла убежище в Швеции, высказала тогда Лауэ опасение, что ему могут грозить неприятности из-за дружеского общения с нею, так как его действия, несомненно, строго контролируются. Он ответил ей только: "Вот и еще одна причина, чтобы делать это".

В гитлеровской Германии Лауэ помогал некоторым преследуемым ученым совершить побег за границу, часто лично принимая в этом участие. Так он переправил одного знакомого в своем автомобиле на территорию Чехословакии. Многим эмигрантам всемирно известный физик с готовностью помогал обосноваться на новом месте, заранее сообщая зарубежным организациям подробности об их личности и их профессиональных достоинствах. Чтобы эти рекомендательные письма не попадали в руки гестапо, они переправлялись через границу

тайно.

Своего единственного сына Лауэ послал в 1937 году учиться в Принстонский университет в США "для того, чтобы он не оказался вынужденным отправиться воевать за Гитлера". Ученый, 18 лет назад пытавшийся защищать отечество от "большевизма", не хотел иметь ничего общего с гитлеровским государством; он желал его гибели. Из окна Института теоретической физики на третьем этаже главного здания университета он смотрел с насмешкой и презрением на марширующих коричневорубашечников, которые, горланя фашистские песни, шагали по Унтер-ден-Линден.

С особой сердечной теплотой относился Макс фон Лауэ к Арнольду Берлинеру, организатору и многолетнему издателю журнала "Натурвиссеншафтен". Берлинер, как неариец, был в 1935 году снят со своего поста и вскоре после этого почти полностью ослеп. Лауэ часто приходил на квартиру своего друга и чем только мог поддерживал гонимого, хотя такое поведение считалось более чем "нежелательным". Когда в 1942 году начались преследования евреев с преступной целью "окончательного решения еврейского вопроса" и 80-летний Берлинер должен был покинуть свою квартиру, он, совершив самоубийство, спасся от отправки в лагерь уничтожения. Своей "Истории физики" Лауэ предпослал сердечное посвящение несчастному другу, который побудил его написать эту книгу.

Вместе с Гейзенбергом Лауэ пытался спасти родителей физика-атомщика Самуэля Гоудсмита, которые были вывезены гестапо из Голландии и брошены в концентрационный лагерь. К сожалению, газ концерна ИГ-Фарбен опередил старания обоих ученых Гоудсмит совместно с Улэнбеком в 1925 году выдвинул известную гипотезу вращения электрона или спина: предположение о том, что электрон обладает собственным магнетизмом и вращается вокруг своей оси так же, как это делает Земля при своем суточном вращении.

В речи по случаю 80-летия Лауэ президент Немецкой Академии наук, обращаясь к юбиляру,

сказал: "В мае 1942 года Вы, находясь в центре разрывающего мир на части урагана второй мировой войны, могли сообщить пленуму Академии о благородном, свидетельствующем о гуманистических убеждениях акте Лондонского королевского общества по отношению к достижениям и памяти одного из выдающихся немецких физиков. Наша Академия согласилась тогда, г-н фон Лауэ, с Вашим предложением одинаково относиться ко всем ученым, homines humani, не делая различий и не взирая на обстоятельства; и она сумела успешно осуществить это".

Суть дела, о котором здесь идет речь, Лауэ изложил в письме от 25 декабря 1959 года. "В ноябре 1941 года умер Нернст и вскоре после этого Уильям Брэгг. Королевское общество, иностранным членом которого был Нернст, направило, несмотря на войну, через Швейцарию и наше министерство иностранных дел соболезнование фрау Нернст. Вслед за этим я заявил, что теперь Прусская Академия, иностранным членом которой был Брэгг, должна выразить соболезнования Лоуренсу Брэггу. Это не вызвало сомнений у Планка и даже у обернациста Валена, тогдашнего президента Прусской Академии. Я составил письмо и зачитал его на пленуме Академии; оно было принято. Но когда президент должен был подписать его, он испугался собственной смелости и заявил, что подписать должны Планк или я. И я сделал это; письмо пошло через имперское министерство культа в министерство иностранных дел. О ужас! Никогда этому министерству не приходилось сталкиваться с таким трудным случаем. В течение нескольких месяцев оно оттягивало решение и наконец переправило письмо самому Гитлеру. Тот отклонил его. Почему? Известна такая версия: вначале Гитлер слушал с интересом и не возражал. Но затем, когда он узнал повод и то, что зятья Нернста - евреи, дело для него было решено".

В Германии времен "коричневой диктатуры" Лауэ был нравственным примером для гуманистически настроенных ученых. Арнольд Зоммерфельд с уважением называл его "оплотом

угнетенных". Его антифашистские настроения не остались не замеченными за рубежом. "В годы фашизма, - писал Иоффе, - Лауэ занимал передовые позиции, активно помогал жертвам фашизма и боролся с его сторонниками".

Всемирно известный ученый не уехал из Германии только потому, что считал своим долгом не покидать поле боя без настоятельной необходимости и не хотел занимать те немногие профессорские места, которые предназначались за границей для эмигрировавших немецких физиков. "Но главное, я хотел быть на месте, - подчеркивал он в автобиографии, - чтобы иметь возможность после крушения "третьей империи" (которое я предсказывал и на которое надеялся) тотчас же приступить к культурному возрождению на руинах, созданных этим государством".

Неизменно высоко ценил Лауэ Альберт Эйнштейн, который был глубоко потрясен трусливым поведением большинства немецких ученых после захвата власти гитлеровскими фашистами и после позорных деяний, совершенных немцами во время второй мировой войны. Несправедливо обобщая, он заявлял о своем нежелании слышать о "немцах" вообще, делая исключение лишь для Макса Лауэ и Отто Гана, которых он считал одними из немногих крупных исследователей в гитлеровской Германии, не присоединившихся к господствующим взглядам. Физику и кристаллографу Паулю Эвальду, который посетил Эйнштейна в 1938 году и при прощании спросил, не хочет ли тот что-нибудь передать с ним в Германию, он ответил: "Передайте привет Лауэ!" На вопрос Эвальда, не пошлет ли он привет и другим физикам в Германии, Эйнштейн повторил: "Передайте привет Лауэ!"

Осенью 1943 года исследователь еще до достижения соответствующего возраста был отстранен от профессуры в Берлинском университете. Ученый не высказал никаких возражений против этой меры, так как в это время при недостатке студентов и из-за участившихся бомбардировок Берлина едва ли могла идти речь об успешном и регулярном

преподавании. По существу, это было увольнение: в связи с его выступлением в Стокгольме весной 1943 года, после которого ему было сделана предупреждение по служебной линии.

На кафедру Макса фон Лауэ нацистский министр просвещения спустя год назначил физика Паскуаля Иордана из Ростокского университета. Иордан, один из основателей квантовой механики, из восторженного ученика и верного сотрудника Макса Борна и Джеймса Франка превратился в фашиста и ревностного штурмовика, писавшего в донесениях своему начальству на нацистском жаргоне о "разгроме большевизма" малой кровью с помощью "мировоззренческих методов". Этому нищему духом "преемнику" бесстрашного антифашиста не удалось, правда, стать университетским преподавателем, так как Институт теоретической физики был сильно разрушен фугасными и зажигательными бомбами и лекции в нем вскоре после этого были прекращены.

До середины апреля 1944 года Лауэ оставался в Берлине. Здесь он стал свидетелем разрушения и других научных институтов в результате англо-американских воздушных налетов. "Я видел... незабываемой ночью 15...16 февраля 1944 г., как горел Химический институт имени имп. Вильгельма, которым руководил Отто Ган, - писал он в автобиографии. - Над крышей и взорванной южной стеной монументального здания бушевало море огня..."

Окончание войны Макс фон Лауэ встретил вместе с другими естествоиспытателями в Гехингене на юго-западе Германии. Туда был в 1944 году переведен Физический институт. В апреле 1945 года городок был без сопротивления занят французскими и испанскими республиканскими частями. Следовавший за ними англо-американский специальный отряд взял под стражу Лауэ и других немецких исследователей, подозреваемых в том, что они работали над изготовлением атомного оружия, и доставил их сначала во Францию, в окрестности Парижа. Как сообщал Отто Ган, Лауэ, который выглядел "наиболее представительно", охранялся

тем же отрядом, что и маршал Петен.

Затем десять немецких ученых, среди них Гейзенберг и Герлах, были отправлены через Бельгию на многие месяцы в Англию, в окрестности Кембриджа. "Мы не могли пожаловаться на обхождение. После лишений военного времени военный паек казался нам превосходным... - сообщал Лауэ о том времени. - Мы имели английские и американские газеты, журналы, некоторые научные сочинения: при помощи прекрасного приемника мы могли слушать выдающиеся музыкальные передачи Лондонского радио. Нередко кто-либо из охранявших нас английских офицеров брал нас в автомобильные поездки по прекрасным окрестностям Хантингдона... Нас возили даже в Лондон... Но мы ни разу не смогли побывать в расположенном недалеко от Хантингдона Кембридже; нас могли узнать в этом университетском городе, а наше содержание было строго засекречено".

Свидетельством признания заслуг Макса фон Лауэ не только как гениального физика и первооткрывателя интерференции рентгеновских лучей, но и как мужественного антифашиста, является полученное им через полгода после окончания войны, осенью 1945 года, приглашение Королевского общества на празднование 50-летия открытия рентгеновских лучей. Он не мог принять это приглашение, так как пребывание немецких ученых в Англии хранилось в тайне.

В июле 1946 года Лауэ, единственный из немцев, принимал участие в работе Международного конгресса кристаллографов в Лондоне. В своей речи председательствующий высоко оценил достойное поведение ученого в гитлеровские времена. На последовавших затем Ньютоновских торжествах в Лондоне и Кембридже Планк и Лауэ были единственными гостями из Германии.

После возвращения из Англии Макс фон Лауэ жил сначала в Гёттингене. С 1947 года он в качестве почетного профессора читал лекции в знаменитом университете, где сам некогда учился. Новые издания своей "Истории физики",

которая впервые вышла в 1947 году, он дополнял и обогащал материалами своих лекций. Альберт Эйнштейн, получивший от Лауэ экземпляр, писал ему 15 мая 1947 года: "С большим восторгом читаю я твою "Историю физики", которая мастерски выделяет самое главное из массы второстепенного. Некоторые исторические детали в ней новы для меня". Письмо заканчивалось словами: "Следует приветствовать, что человек, с таким глубоким пониманием прослеживающий линию развития, вырвал из рук филологов и торгашей от литературы изображение истории человеческого мышления и раскрыл ее как великую драму, очищенную от пыли незначительных подробностей".

Среди работ Лауэ по истории физики статья об "Инерции и энергии", которую он написал для юбилейного сборника, посвященного Эйнштейну, заслуживает особенного внимания. Эйнштейн очень высоко оценил это сочинение. Он заметил по поводу него: "Историческое исследование развития идей, по моему мнению, имеет непреходящую ценность", и предложил, специально отпечатав статью, сделать ее "вполне доступной студентам".

Своим исследованием о "незаслуженно забытом" Людвиге Ланге Лауэ внес значительный вклад в изучение предыстории теории относительности. Он показал, что этот высокоодаренный теоретик, умерший в 1936 году, будучи ассистентом Вильгельма Вундта в Лейпциге в 80-х годах добился основополагающего успеха: Ланге сформулировал и определил понятия "инерциальная система" и "инерциальное время", которые имели такое значение для специальной теории относительности. Лишь Эйнштейн внес новый вклад в разработанное им учение о системах отношений. Поэтому предшествующий Эйнштейну период развития учения о системах пространства и времени должен по праву называться "От Николая Коперника до Людвига Ланге".

В 1951 году Лауэ переселился в Западный Берлин. Здесь он принял руководство Институтом

физической химии и электрохимии Общества им. Макса Планка. По его желанию и предложению он был назван Институтом им. Фрица Габера. На новом посту, где он находился до ухода в отставку весной 1959 года, пришлась весьма кстати его способность быстро вникать и в такие проблемы, которые находились вне сферы его собственной работы. Под руководством Лауэ институт был оснащен новыми экспериментальными установками, в нем была открыта большая лаборатория низких температур.

Последней работой Лауэ по проблемам интерференции рентгеновских лучей и кристаллооптики был доклад "Волновые поля рентгеновских лучей в кристаллах", который он 4 декабря 1958 года прочитал на заседании Немецкой Академии наук в Берлине. Содержание этого доклада опиралось на экспериментальные исследования, проведенные на совершенных монокристаллах по инициативе Лауэ и под его руководством в Институте им. Фрица Габера. Эта исследовательская работа завершила дело всей жизни Лауэ.

Подобно Эйнштейну, интерес которого к естествознанию по его собственным словам, всегда в основном ограничивался принципиальными вопросами, Лауэ постоянно и в первую очередь занимали великие и всеобщие основополагающие идеи. Таким образом, тесная связь с философией устанавливалась сама собой.

Макс фон Лауэ рассматривал философию не только как необходимую основу естествознания. Он шел намного дальше он считал, что философия есть вообще конечная цель любого научного исследования. Все науки должны объединяться вокруг философии как вокруг общего центра. Служение ей должно быть, собственно, целью существования отдельных наук. Так и только так можно сохранить единство научной культуры перед лицом неотвратимо прогрессирующей дифференциации наук, "то единство, без которого вся эта культура подверглась бы распаду".

В философских вопросах Лауэ вопреки его приверженности к Канту был в основном

естественнонаучным материалистом, подобно Больцману или Планку. Под реальностью он понимал то, что "оказывает воздействие". В этом смысле он признавал реальность внешнего мира и тем самым философский материализм, хотя и предпочитал принятое в буржуазной философии название "реализм". Правда, Лауэ высказывался по этому вопросу далеко не так подробно и однозначно, как Планк.

Лауэ упрекал сторонников позитивизма в том, что они не выдвигали никакой философской системы. Он считал это основным недостатком. Его отношение к Маху отличалось от отношения Планка более тонкой дифференциацией. Хотя Лауэ казалось не совсем понятным признание, которое Эйнштейн дарил Маху, он разделял его высокую оценку "Механики". "Однако остается фактом то, - говорится в одном из его писем 1959 года, - что сочинения Маха были сильным стимулом для Эйнштейна и что уже по этой причине труд Маха не пропал даром". В остальном Лауэ считал, что многие позитивистски настроенные физики - он имел в виду прежде всего Гейзенберга, Паули и Шрёдингера - в своей научной практике, к счастью, не придерживались основных теоретико-познавательных положений позитивизма.

Из философских проблем современного естествознания больше всего занимал Лауэ вопрос о причинной обусловленности процессов природы. Уже в начале 30-х годов он обратился к этому кругу вопросов в журнале "Натурвиссеншафтен" в статье "О гейзенберговском соотношении неопределенностей и его теоретико-познавательном значении". Он уже тогда высказал мнение, которого придерживался до конца: некоторые понятия классической физики оказалась несостоятельными, но лучших пока не существует; статистическая физика с ее одними только вероятностными высказываниями возникла из этого недостатка.

Статистическое объяснение квантовой механики, особенно в той форме, которую предложила копенгагенская школа, Лауэ не признавал окончательным. Это толкование

казалось ему лишь "дурным паллиативом". Он считал, что при этом уничтожается принцип причинности. Такая физика, которая принципиально отрекается от причинности, не могла, по его мнению, вообще быть наукой. "Это мое святое убеждение, - писал он своему другу, - пусть меня хоть тысячу раз называют еретиком".

Отвергая претензии статистической квантовой механики быть научно исчерпывающей теорией, Лауэ придерживался той же линии, что и Эйнштейн, который в апреле 1950 года в одном из писем заметил: "Ты и Шрёдингер единственные из известных современников, которые в этом деле являются моими единоверцами".

Как и Планк, Лауэ, по его собственному признанию, был глубоко верующим, религиозным человеком. Его религиозность носила спинозистский характер, что нередко отмечается среди крупных буржуазных естествоиспытателей XX века. Религиозная позиция Лауэ не имела ничего общего с церковной набожностью и с признанием каких-либо традиционных вероисповеданий. То, что в гитлеровские времена в Берлине он так же усердно выступал в евангелическом церковном совете своей общины в Берлин-Целендорфе, как и Планк в Берлин-Груневальде, позднее он объяснял тем, что это давало возможность "досаждать нацистам".

Лауэ было совершенно чуждо любое включение религиозных представлений в естествознание, как это практиковал, например, американский физик Комптон, который сочинял басни о непосредственном вмешательстве "бога" в элементарные процессы, или как это в другой форме делал Паскуаль Иордан. Лауэ отвергал такие попытки.

Первооткрыватель интерференции рентгеновских лучей относился к тем гениальным естествоиспытателям, для которых "радость видеть и понимать" не заслоняет сознания ответственности перед обществом и долга перед ним.

В мрачные времена "тысячелетнего рейха" своим личным примером он во многом способствовал сохранению авторитета немецкого

естествознания и его представителей. После разгрома гитлеровского фашизма для Лауэ было важно показать, что "немецкие ученые открыто и недвусмысленно отмежевались от гитлеровского духа", как он писал в 1946 году Лизе Мейтнер. Его участие во всех мероприятиях, которые, как ему казалось, были призваны содействовать делу гуманности и помочь сохранению мира на земле, было следствием его гуманистических взглядов Весной 1957 года Лауэ был среди тех, кто составил и подписал Гёттингенское обращение - страстное выступление против использования атомной энергии в целях массового уничтожения людей.

В западноберлинском Комитете против атомной смерти ученый требовал запрещения войны и выступал за взаимопонимание между народами. "Благодаря этому убеждению, - писал Вальтер Фридрих, - фон Лауэ принадлежал к числу лучших представителей немецкой науки, которые выступали за взаимопонимание и мир между немцами и своими непреходящими трудами служили прогрессу человеческого общества".

Вальтер Фридрих, сотрудник Лауэ по экспериментам при открытии интерференции рентгеновских лучей, боролся, как и он, за мирное будущее человечества, только борьба эта велась на самом переднем крае и на более широкой платформе.

За 8 лет до Гёттингенского обращения, в марте 1949 года, Вальтер Фридрих, тогда ректор Университета им. Гумбольдта, обратился к ректорам всех немецких университетов и высших учебных заведений с предложением высказаться в пользу мира и подать добрый пример остальным деятелям культуры. Вместе с другими прогрессивными учеными нашего времени, такими, как Жолио-Кюри, Бернал и др., Вальтер Фридрих до конца своей жизни (1968) боролся за мир без войны и без военной угрозы.

В течение 40 лет Макс фон Лауэ был членом Берлинской Академии наук. До конца жизни он регулярно принимал участие в заседаниях и настойчиво выступал как один из старейших членов Академии за установление связей между

естествоиспытателями обоих германских государств. Он был также частым гостем Физического общества ГДР в Магнусхаузе на Купферграбене.

В проведении общественного чествования Эйнштейна, которое состоялось в марте 1955 года в Берлине в связи с 50-летием квантовой теории и теории относительности, Лауэ принимал самое деятельное участие. Исключительно благодаря его активности в Берлине в апреле 1958 года состоялись совместные академические торжества по поводу 100-летия Планка. Выступая на торжественном заседании, он высоко оценил дело жизни своего учителя.

К международному симпозиуму по философии и естествознанию, который был проведен в октябре 1959 года по случаю 550-летнего юбилея Лейпцигского университета им. Карла Маркса, Лауэ написал доклад "Теория познания и теория относительности". Эта работа, небольшое блестящее по содержанию и форме произведение, после публикации вызвала живой интерес у физиков-теоретиков всех стран. Некоторые из них, подобно Луи де Бройлю, открыто согласились с "реалистическим" толкованием теории относительности.

В марте 1960 года, за несколько недель до своей трагической гибели, Лауэ изъявил готовность написать статью о Германе фон Гельмгольце для юбилейного сборника, посвященного 150-летию Берлинского университета им. Гумбольдта, в котором он много лет работал. К сожалению, ему уже не суждено было завершить эту работу. Оставшийся набросок введения вместе с двумя другими, более ранними работами Лауэ о Гельмгольце был напечатан в первом томе юбилейного издания "Исследований и трудов".

Макс фон Лауэ уважал любого гуманистически настроенного, честно борющегося за истину и прогресс познания ученого даже тогда, когда он не разделял его политических взглядов. Непримиримый антимилитаризм, осуждение расовой дискриминации, войны и атомного оружия, борьба за взаимопонимание между народами сближали его с учеными-марксистами.

Со своими советскими коллегами, прежде всего с Иоффе, Лауэ до конца жизни состоял в переписке. С этим известным физиком он был дружен в течение многих десятилетий, неоднократно встречаясь с ним на научных конференциях.

Макс Планк уже на праздновании 50-летия Лауэ говорил о своем прославленном ученике, как о "готовом прийти на помощь покровителе поднимающегося поколения ученых". Сколь многим молодым людям он с неизменным терпением помогал словом и делом при всевозможных затруднениях научного, социального и экономического плана, "ни в одном журнале не описано и ни в одном отчете не отмечено... это живет только в благодарных сердцах тех, кому он помог выйти на верный путь".

Деятельность Лауэ во многом напоминала деятельность Александра фон Гумбольдта. "Все его значение ощутят лишь тогда, когда его любящая и сильная рука уже не будет править на благо нам". Так писал в 1849 году молодой физиолог Эмиль Дюбуа-Реймон о 80-летнем Гумбольдте, который оказывал поддержку ему, Гельмгольцу и другим позднее ставшим знаменитыми ученым. Эти слова в полной мере могут быть отнесены и к Лауэ. Рекомендация, подписанная его рукой, имела в научном мире большой вес и открывала многие двери.

О том, каким международным признанием пользовался Макс фон Лауэ, свидетельствует поток научных почестей, которые ему оказывались. Он был членом или почетным членом почти сорока академий и знаменитых научных обществ, в том числе Академии наук СССР, Американской Академии наук, Лондонского королевского общества, Академии деи Линчей, к которой принадлежал еще Галилей, и Папской Академии наук в Риме.

Шесть раз присуждалась первооткрывателю интерференции рентгеновских лучей степень почетного доктора немецких и иностранных университетов и институтов. Чикагский университет, памятуя о его позиции во времена гитлеровского фашизма, писал о нем в дипломе

почетного доктора, как о "бесстрашном борце за свободу". По словам одного из исследователей интерференции рентгеновских лучей, английского физика Лоуренса Брэгга, Лауэ занимает достойное место не только в анналах естествознания, но и в сердцах людей.

Высокую оценку личность Лауэ и его труды получили в день празднования 80-летия исследователя - 9 октября 1959 года. В числе выступавших были Отто Ган, Вальтер Мейснер и Пауль Эвальд, который в начале 1912 года приходил за советом к Лауэ и вызвал к жизни его великую идею.

В приветственном адресе Немецкой Академии наук, составленном Густавом Герцем, после перечисления специальных научных достижений юбиляра говорится: "Ваша научная работа проходила в неповторимое время бурного развития Вашей науки, равного которому не было в истории науки. Но Вам пришлось пережить и такой период в истории нашего немецкого отечества, о котором все мы вспоминаем с тяжелым чувством. В эти 12 лет Вы являли собой пример стойкости и бесстрашия, и сегодня мы с благодарностью вспоминаем об этом".

Большую радость доставило юбиляру вручение медали Гельмгольца, высшей награды, которую присуждает Немецкая Академия наук. Медаль, учрежденная в 1891 году в честь 70-летия известного немецкого физика, была в свое время присуждена Вильяму Томсону, Анри Беккерелю, Рентгену, Планку и Отто Гану. В ответе на приветствия Лауэ ограничился в основном благодарностью за медаль Гельмгольца, почесть, которая его особенно глубоко тронула потому, что он считал Гельмгольца своим "крестным отцом" в физике.

Восьмого апреля 1960 года Макс фон Лауэ по невыясненным причинам, но вряд ли по собственной вине, попал в тяжелую катастрофу на автодороге в Западном Берлине. 24 апреля 1960 года он скончался от травм. В те немногие часы, когда он приходил в сознание, его занимало прежде всего новое издание его книги "Интерференция рентгеновских лучей" и печатание его лейпцигского доклада "Теория

познания и теория относительности". К этой работе и относились его последние слова. Отто Ган писал после смерти своего друга: "С кончиной нашего дорогого Макса фон Лауэ от нас ушел один из последних друзей 1879 года рождения. Альберт Эйнштейн умер 5 лет назад. Ранее берлинский, а затем цюрихский физик Эдгар Мейер умер несколько недель назад. Остаются, как грустно шутил когда-то Макс Планк, самые дерзкие. Среди немногих оставшихся - Лиза Мейтнер, родившаяся в 1878 году, и я. Все, кого я перечислил, кроме меня, были близкими коллегами Макса Лауэ. Я, как химик, имел все же счастье сближаться с ним от года к году. Как это бесконечно мучительно терять одного из самых старых и верных друзей. Мир вокруг нас становится беднее". Свою прощальную речь Ган закончил словами: "У всех у нас ты останешься в памяти как большой ученый и бесстрашный человек".

Вскоре и Отто Ган и Лиза Мейтнер последовали за своими друзьями и сверстниками в ту "неоткрытую страну, из пределов которой не возвращался еще ни один туда отправившийся".

Научные труды Макса фон Лауэ тесно и неразрывно связаны с развитием физики атомного века. Во многом он сам решающим образом содействовал этому развитию и предопределял его. Лауэ был крупным и многосторонним физиком, одним из классиков точного естествознания: он был также верным поборником высокой идеи гуманизма.

Нильс Бор и Вернер Гейзенберг

Теория атома и соотношение неопределенностей

Советский физик Иоффе, передавая немецким ученым в апреле.1958 года спасенную во время войны личную библиотеку Макса Планка, назвал в своей речи Планка и Эйнштейна учеными, которые совершили переворот в мировой физике и заложили основы физической науки нашего времени, насколько такие преобразования вообще могут быть связаны с отдельными именами.

Эта оценка, несомненно, справедлива. Планк как первооткрыватель элементарного кванта

действия и Эйнштейн как создатель квантового учения о свете и теории относительности развили в первые годы нашего столетия те фундаментальные идеи, без которых невозможно представить себе сегодняшнее теоретическое естествознание.

Но после Макса Планка и Альберта Эйнштейна, а в некотором отношении и наряду с ними следует назвать и по достоинству оценить исследователя, который открыл новые пути в атомной физике, стал учителем двух поколений физиков-атомщиков и чья модель атома стала символом атомного века - Нильса Бора.

Гениальный датский физик принадлежит к числу самых известных исследователей современности. Среди значительных ученых, работавших в области точного естествознания, он был в философском отношении наиболее оспариваемым мыслителем после Эйнштейна. Его "принцип дополнительности", одно из удивительных достижений диалектического мышления, критиковали с различных точек зрения, используя различные аргументы.

Период, предшествовавший появлению работы Бора об атоме водорода (1913), оказавшей столь значительное влияние на развитие теоретической физики, был отмечен рядом важных физических открытий и изобретений.

В 1911 году Вильсон создал "туманную камеру", ставшую вскоре незаменимым устройством для исследования атомов и атомных частиц. Камера Вильсона позволила наблюдать траектории элементарных частиц и доказала реальность их столкновений, которые становились видимыми в виде разветвлений и внезапных изменений направления движения В том же году Резерфорд открыл атомное ядро и создал модель атома, послужившую исходной точкой научно обоснованной теории атома. Год спустя Лауэ открыл интерференцию рентгеновских лучей, дав тем самым науке такое средство исследования, которое имело величайшее значение для расцвета атомной физики.

В этих условиях начал свою научную

деятельность молодой датский физик. Появление его статьи об атоме водорода стало, как писал Джеймс Франк, "днем рождения современной теории атома". Этой я последующими работами Бор положил начало теоретическому пониманию механизма атома. Для этого необходим был свободный от предубеждений подход к явлениям микромира, требовалась большая смелость и необычайная сила духа для выдвижения и разработки новой точки зрения.

Нильс Бор родился 7 октября 1885 года в Копенгагене. Его отец Христиан Бор, известный естествоиспытатель, с 1886 года был профессором физиологии в Копенгагенском университете и сам немало экспериментировал в области физики. Мать Бора происходила из семьи педагогов.

Родители рано заметили выдающиеся способности сына и способствовали их развитию. Вместе со своим младшим братом Харальдом, впоследствии крупным математиком, Нильс рос в чрезвычайно благоприятном для развития его способностей социальном и научном окружении: "Я рос в семье с глубокими духовными интересами, где обычными были научные дискуссии; да и для моего отца вряд ли существовало строгое различие между его собственной научной работой и его живым интересом ко всем проблемам человеческой жизни". Так говорил Бор позднее о своем родительском доме.

Еще будучи учеником, Нильс Бор под руководством своего отца проводил небольшие физические опыты. В школьные годы для него не существовало трудностей, о которых вспоминали впоследствии другие известные физики. И в университете успехи молодого Бора были столь велики, что уже на втором году обучения профессор мог использовать его в качестве помощника. Вспомним о молодом Эйнштейне, которому после получения диплома так долго пришлось ждать места ассистента в высшей школе!

За экспериментальное исследование поверхностного натяжения воды, которое он

провел в 1907 году в лаборатории своего отца на основе работ Рэлея, известного английского физика и лауреата Нобелевской премии, студент Бор был награжден золотой медалью Копенгагенской Академии наук. Это исследование осталось, собственно, его единственной большой экспериментальной работой. Обладая ярко выраженными склонностями и к экспериментальной физике, Бор принадлежал к тем физикам-теоретикам, которые экспериментировали только в годы своей юности.

Как и многие экспериментаторы того времени, Бор проводил свои опыты, используя самодельные приборы. При этом он работал с такой необычайной основательностью, что окончание работ всегда слишком затягивалось. Как он позднее рассказывал, отцу приходилось отсылать его к деду с бабушкой, чтобы там в сельском уединении, вдали от лаборатории, он наконец мог приступить к изложению на бумаге достигнутых результатов и их оценке.

Начинающий физик интересовался также и гуманитарными науками. Лекции философа Хёффдинга по формальной логике и по теории познания он слушал регулярно и так внимательно. что даже мог указать ученому на некоторые ошибки, допущенные им в одной из работ.

Лекции по философии имели для Бора только информативное значение. Хёффдинг не пытался выработать у своих слушателей определенную философскую систему; он излагал студентам проблемы философии, следуя процессу их развития в истории духовной жизни человечества, как бы заставляя слушателей участвовать в попытках отдельных философов и философских школ дать ответ на основные проблемы мышления.

По-видимому, молодой Бор не увлекся ни одной из философских систем. Однако известно, что ему очень нравились некоторые мысли Спинозы. Охотно читал он также сочинения своего соотечественника Кьеркегора, одного из предшественников экзистенциализма, восхищаясь больше их блестящим стилем, чем

содержанием. Но более всего своим вниманием к философии Бор был обязан непритязательной книжке одного датского автора, в юмористической форме толковавшей диалектику Гегеля.

Двадцати пяти лет, в 1910 году, Нильс Бор получил степень доктора философии в университете своего родного города, написав работу по электронной теории металлов. Он расширил и углубил те методы исследований, которые были разработаны Дж.Дж. Томсоном и Г.А. Лоренцом. При этом он впервые столкнулся с квантовой гипотезой Планка.

После защиты диссертации молодой исследователь провел несколько месяцев в Кембридже в известной Кавендишской лаборатории, в которой тогда работал Дж.Дж. Томсон. Затем он направился в Манчестер к Эрнсту Резерфорду, одному из самых блестящих физиков-атомщиков начала XX века. Там он занимался вначале теоретическим исследованием торможения альфа- и бета-лучей, а затем приступил к изучению структуры атомов. Почти четыре года, если не считать временную доцентуру в Копенгагене, работал Бор под руководством Резерфорда.

Письма того времени свидетельствуют о его благодарности учителю (см. факсимиле).

Исходя из резерфордовской модели атома, Бор, вернувшись в Копенгаген, в начале 1913 года развил новый взгляд на строение атома водорода. При содействии Резерфорда его работа "О строении атомов и молекул" была опубликована в "Философикал Мэгэзин". В этой работе Бор творчески объединил идеи Резерфорда, Планка и Эйнштейна, спектроскопию и квантовую теорию.

На основе экспериментов по прохождению альфа-лучей сквозь вещество, связав их с работами Филиппа Ленарда и Жана Перрена, Резерфорд предположил, что атом состоит из положительно заряженного ядра, которое, несмотря на малый размер, заключает в себе почти всю массу атома, и какого-то числа отрицательно заряженных электронов, которые вращаются вокруг атомного ядра по орбитам, как

планеты вокруг своего центрального светила. Химическую связь между атомами различных элементов Резерфорд объяснил своего рода взаимодействием между внешними электронами соседствующих атомов; она определяется атомным ядром только опосредованно: его электрическим зарядом, который регулирует число электронов в электрически нейтральном атоме.

Хотя эта модель атома позволяла объяснить некоторые физические и химические явления, однако она не подтверждалась опытом спектроскопии. Остающиеся неизменными, четко обозначенные спектры атомов нельзя было объяснить на основе представлений Резерфорда. Резерфордовский атом не согласовывался также с законами электродинамики Максвелла - Лоренца. При таком строении атом должен был быть в высшей степени неустойчивым, через кратчайшее время он бы распался, потому что вращающиеся электроны, потеряв свою энергию на излучение, упали бы на ядро и пришли бы в состояние покоя.

Против резерфордовской модели атома можно было выдвинуть еще одно возражение, которое Гейзенберг сформулировал так: "Никакая планетная система, которая подчиняется законам механики Ньютона, никогда после столкновения с другой подобной системой не возвратится в свое исходное состояние. В то время как, например, атом углерода остается атомом углерода и после столкновения с другими атомами или после того, как он, вступив во взаимодействие с другими атомами, образовал химическое соединение".

Заслуга Бора в том, что он устранил коренные недостатки, присущие модели, предложенной Резерфордом, введя учение о квантах света в теорию строения атома. Его "портрет атома" - это чисто механическая модель с ядром и электронами, которые вращаются вокруг ядра по оптимальным, жестко фиксированным орбитам, представляющая собой, по словам Бора, "маленькую механическую систему, которая в известных главных чертах напоминает нашу планетную систему". Однако ведет себя эта атомная система не так, как классическое

механическое образование, которое может принимать и отдавать любое количество энергии, а совершенно по-иному, в соответствии с законами квантового учения.

Десять лет спустя Планк говорил, что смелость теории атомного механизма Бора и полнота его разрыва с укоренившимися и якобы надежными воззрениями не имеет себе равных в истории физической науки. Теория Бора блестяще согласовалась с фактами, что как раз и является важнейшей задачей теории. Наряду с несомненным дарованием в "искусстве синтеза" он обнаружил также отчетливое понимание действительности.

Ставшая всемирно известной атомная модель Бора построена на двух требованиях - "квантовых условиях".

Первое: электроны в атоме вращаются под влиянием кулоновских сил по известным свободным от излучения "квантовым орбитам", соответствующим определенным энергетическим уровням.

Движение электронов при этом определяется константой Планка и последовательностью целых чисел.

Второе: электроны совершают внезапные скачкообразные переходы, "квантовые скачки", между своими свободными от излучения орбитами. Частота колебаний испускаемого при этом света регулируется также квантом действия.

В результате того, что он ввел во внутриатомную динамику эти два кажущиеся произвольными постулата о квантах, точное математическое изложение которых было дано Зоммерфельдом, Бор смог построить удовлетворительную модель атома водорода как самого простого атома. "Тогда как первый постулат подчеркивает общую устойчивость атома, второй прежде всего имеет в виду существование спектров, состоящих из резких линий". Так объяснял Бор оба квантовых условия в своем нобелевском докладе.

Действительно, таким образом могли быть объяснены многие основополагающие результаты спектроскопических исследований. Бор смог расшифровать оптическое явление, которое до

того не было разгадано: расположение спектральных линий атома водорода, закономерность которого установил в 1885 году швейцарский физик Иоганн Якоб Бальмер.

Бальмер, имевший значительные заслуги в разработке основанного Бунзеном и Кирхгофом спектрального анализа, был первым, кто в эмпирически найденной формуле математически описал расположение спектральных линий, которые испускаются атомом водорода при электрическом разряде или при тепловом движении. Под непосредственным влиянием исследований Штарка по динамике атома Бору удалось убедительно, с точки зрения физики объяснить "серию Бальмера" и с помощью своей атомной модели вывести предложенную Бальмером формулу.

Из факта четких эмиссионных и абсорбционных линий Бор сделал в духе эйнштейновского учения о квантах света вывод о том, что атом водорода может существовать только при совершенно определенных энергетических состояниях: при энергетических уровнях, которые соответствуют этим состояниям. Если атом при добавлении энергии поднимается на более высокий энергетический уровень, что соответствует переходу его электрона на более далекую от ядра орбиту, то при возвращении в прежнее состояние, то есть обратном переходе электрона на близкую к ядру орбиту, полученная энергия отдается обратно. При этом атом излучает квант света, энергетическое содержание которого определяется из разницы между энергией возбужденного состояния и основного состояния. Под "возбуждением" понимается добавление энергии.

Посредством применения понятия кванта в атомном учении стало возможным решить загадку спектральных линий и по крайней мере в общих чертах объяснить поразительную устойчивость атомов, строение их электронных оболочек и периодическую систему элементов. Теория спектральных линий Бора открыла новую область исследований.

"Большое количество экспериментального

материала, полученное спектроскопией в течение нескольких десятилетий, - писал Гейзенберг, теперь, при изучении квантовых законов движения электронов, стало источником информации. Для той же самой цели могли быть использованы многие эксперименты химиков. Имея дело с этим экспериментальным материалом, физики постепенно научились ставить правильные вопросы. А ведь часто правильно поставленный вопрос означает больше чем наполовину решение проблемы".

Научное достижение 27-летнего датчанина было преобразующим, революционным. Он смог совершить его только потому, что ему не мешала идти вперед консервативная направленность ума, излишнее благоговение перед классическими преданиями. Поэтому Бор, а не Планк стал творцом атомной механики и истинным вождем "квантовых теоретиков".

При этом нельзя, конечно, забывать, что основополагающая идея квантования энергии принадлежит не Бору, а Планку. Бор воспринял ее у Планка: в форме эйнштейновского квантового учения, которое уже в основном выходило за рамки гипотезы Планка. Итак, путь идеи проходил от Планка через Эйнштейна к Бору.

"Полвека спустя введение дискретных квантовых состояний электронной системы атома может показаться чем-то само собой разумеющимся, - говорил Джеймс Франк. - Казалось, если бы Бор не ввел эту идею, то вскоре кто-нибудь другой пришел бы к тому же выводу. Такое мнение в корне ошибочно. Сколько мужества, независимости и сосредоточенности на существенном было необходимо, показывает та медлительность, с которой эта идея находила признание у огромной массы физиков".

Так как планковская квантовая гипотеза в то время еще считалась спорной, не удивительно, что попытка Бора основать модель атома на понятии квантов не имела сначала у физиков большого успеха. Некоторым теория Бора казалась "поразительным гибридом, полученным с помощью прививки некоторых черт квантовой

теории, исходящей из представлений о прерывности материи, к теории планетных орбит - типичной классической теории, рассматривающей мир как нечто непрерывное", как писал в автобиографии Норберт Винер, основатель кибернетики.

Резерфорд, несмотря на некоторые сомнения, воспринял модель атома Бора с одобрением; но другие известные физики-атомщики решительно отклонили ее. К их числу относился и английский лауреат Нобелевской премии Дж.Дж. Томсон, который приобрел мировую славу благодаря открытию электрона, а также благодаря другим основополагающим достижениям в области исследования атома и который выдвигал свою модель атома.

Арнольд Зоммерфельд, посвятивший впоследствии все свои силы разработке теории атома Бора, вначале также не хотел ничего знать о применении объяснения "серии Бальмера" к модели атома. В дальнейшем фундаментальные исследования Зоммерфельдом тонкой структуры линий водорода и его расчет возможных орбит электронов с учетом моментов теории относительности способствовали тому грандиозному подъему атомизма, который в значительной степени привел к стиранию границы между физикой и химией. Его труд "Строение атома и спектральные линии" считается классической монографией раннего периода современной теории атома.

С точки зрения история науки следует также отметить, что даже Джеймс Франк и Густав Герц, два немецких исследователя, которые в 1913 году внесли важный вклад в атомную физику, вначале не признавали ценности работы своего датского коллеги.

"Работа Бора в первые годы после ее появления была мало известна в Германии, - писал Джеймс Франк в статье о Нильсе Боре в "Натурвиссеншафтен" в 1963 году. - Литературу лишь бегло просматривали, и так как в то время среди физиков господствовало откровенное недоверие к успешности попыток сконструировать модель атома при тогдашнем уровне знаний, то мало кто давал себе труд

внимательно прочитать работу. Особо следует отметить, что Густав Герц и пишущий эти строки вначале были неспособны понять огромное значение работы Бора". Работы Франка и Герца по возбуждению спектральных линий путем облучения атомов электронами решительным образом поддерживали воровское понимание строения атома и подтверждали это понимание в его основе. Оба физика работали в Физическом институте Берлинского университета.

Джеймс Франк, родившийся в Гамбурге 26 августа 1882 года в семье состоятельного коммерсанта, с 1903 года, после двух семестров в Гейдельберге, во время которых он занимался преимущественно физикой и химией, а также геологией, учился в Берлине у Эмиля Фишера, Макса Планка и Эмиля Варбурга. В 1906 году он получил степень доктора, защитив диссертацию по проблеме разрежения газа. Затем он стал ассистентом Генриха Рубенса. Весной 1911 года Франк получил право преподавания физики. В своей первой лекции он говорил о тепловом излучении.

В это же время получил докторскую степень Густав Герц, сын гамбургского адвоката и племянник первооткрывателя электромагнитных волн. Проведя несколько семестров в Гёттингене, где он слушал Давида Гильберта и Макса Абрахама, и в Мюнхене у Рентгена и Зоммерфельда, Герц продолжал свое образование с 1908 года в Берлине у Планка и Рубенса. После получения степени доктора "молодой физик, одаренный в теоретическом отношении, полный идей и при этом чрезвычайно добросовестный", по отзыву Планка, стал ассистентом Рубенса в Физическом институте университета. Здесь началась его совместная работа с Джеймсом Франком, блестящий результат которой был опубликован в 1913 году.

Опыт по столкновению электронов, который Франк и Герц ставили сначала с парами ртути, в определенном отношении кажется противоположностью фотоэлектрического эффекта. В последнем случае взаимодействие между светом и электронами состоит в том, что из поверхности металла движущимися квантами

света выбиваются и рассеиваются электроны; при столкновении же электронов, наоборот, свободные электроны вызывают "возбуждение" атомов, увеличение энергии, что ведет к испусканию квантов света. При упругом столкновении с атомами ударяющиеся электроны отдают свою энергию.

При этом выяснилось, что к атому ртути при помощи удара электрона может быть подведено не любое количество энергии, а такое, которое соответствует переходу атома из его основного состояния в другое состояние, свободное от излучения. Напряжение, требующееся для этого, называется "напряжением возбуждения". При этом в первый раз могла быть экспериментально подтверждена планковская константа h, событие, которое имело огромное значение для признания квантового учения.

Опыт Франка - Герца, который привлек большое внимание специалистов, принадлежит к числу самых известных экспериментов в новейшей истории физики. Оба исследователя получили за него Нобелевскую премию 1925 года. В своей работе, правда, они пользовались определенными экспериментальными методами, которые использовал еще Ленард, но они существенно усовершенствовали их и намного превзошли Ленарда, опираясь при этом также на результаты экспериментов английских исследователей атома. Прежде всего Франк и Герц распространили свои опыты на инертные газы и пары металлов, которые оказались подходящим материалом для изучения взаимодействия между электронами и отдельными атомами.

Предложенный Франком и Герцем метод сталкивания электронов открыл большие возможности для выяснения строения атома. Как говорил Густав Герц в своем нобелевском докладе И декабря 1926 года, их результаты "дали непосредственное экспериментальное подтверждение основных предположений теории атома Бора" Существование "дискретных энергетических уровней" теперь уже не могло серьезно подвергаться сомнению.

Вначале оба молодых физика-

экспериментатора не заметили тесной связи своих исследований и их результатов с новым боровским пониманием атомной механики "Мы читали работу Бора, - писал Франк, - до того, как отправили наши рукописи в печать, однако решили послать их, не упоминая в них этой работы, так как мы столкнулись бы с мнимой трудностью объяснения сильной ионизации ртутной дуги, если, как делал вывод Бор, энергия, используемая для ионизации атомов, значительно превышает ту, которая вызывает напряжение возбуждения" Это кажущееся разногласие позднее получило объяснение.

Франк считал, что современные физики быстро научились, вслед за Бором, правильно толковать все атомы периодической системы элементов в согласии с новой точкой зрения Этому, естественно, способствовало и то, что в работах многих известных исследователей теория Бора была положена в основание атомной механики.

В год опубликования своей работы о модели атома (1913) Нильс Бор стал доцентом Копенгагенского университета, где он читал лекции по физике для медиков Через год он отправился читать лекции в Манчестер. Но уже в 1916 году он принял профессуру в Копенгагене В 1920 году для него была создана кафедра теоретической физики В 1921 году на Блегдамсвей был открыт институт. Бор руководил им до конца своей жизни, с небольшим перерывом, обусловленным событиями второй мировой войны.

С начала 20-х годов создатель квантовой модели атома стал одним из самых известных физиков мира. На своих коллег он производил очень глубокое и незабываемое впечатление Эйнштейн, с которым Бор познакомился в 1920 году в Берлине, писал о нем физику Эренфесту: "Это необычайно чуткий ребенок, который расхаживает по этому миру как под гипнозом"

В Копенгагене у Бора вначале было немного сотрудников. Одним из первых среди них был Х.А. Крамерс, который стал читать лекции вместо Бора, когда тот после присуждения ему Нобелевской премии (1922) был освобожден от

обязанностей чтения лекций с тем, чтобы он смог полностью посвятить себя научному исследованию.

Освобождение от обязанности читать лекции, конечно, было ученому по душе еще и по другим причинам. Как говорил Франк, у Бора "не было никакого природного дарования" к чтению курса лекций в соответствии с принятыми в университете требованиями Он говорил заикаясь, тихо и невнятно и, как свидетельствуют, в самые ответственные моменты закрывал к тому же ладонью рот. Трудности доставляло ему и распределение учебного материала по часам.

Но как и Лауэ, который тоже не относился к числу хороших лекторов, Бор блистал на коллоквиумах, где часто выступления участников принимали форму научного диалога. Здесь он, по словам Франка, чувствовал себя "легко и совершенно как дома" Всегда было удовольствием, говорил Франк, наблюдать его во время дискуссий по его работам или слушать его замечания относительно выступлений других физиков Быстрота и глубина мышления Бора и его способность тотчас же схватывать сущность каждый раз заново поражали тех, кто с ним сталкивался. Некоторые сверстники Бора на заре теории атома испытали это на докладах Бора в Берлине и Гёттингене, которые он читал в стиле коллоквиумов.

Значительным явлением в истории науки был гёттингенский "Фестиваль Бора", состоявшийся летом 1922 года. Физик Фридрих Гунт писал: "Бор в течение трех недель по понедельникам, вторникам и средам во время семинаров (а чаще значительно дольше) делал доклады по квантовой теории атома и периодической системе элементов. Говорил Бор невнятно, а мы как младшие не могли сидеть на передних скамьях среди именитых гостей, так что мы напряженно вслушивались, раскрыв рты и забывая об ужине и о требованиях наших голодных желудков. Мы, конечно, кое-что читали у Зоммерфельда о строении атома и спектральных линиях, в 1920 году и Дебай прочитал нам (в довольно прохладной неотапливаемой аудитории) лекцию о квантовой теории; но то, о чем говорил Бор,

звучало совершенно по-иному, и мы чувствовали, что это было что-то очень существенное. Сегодня уже не передашь, каким ореолом было окружено это мероприятие; для нас оно было таким же выдающимся событием, как и Гёттингенские фестивали Генделя, проводившиеся в те годы".

Нильс Бор обладал необычайной способностью генерировать научные идеи и оказался настолько умелым руководителем коллектива исследователей, что благодаря ему Копенгаген стал "столицей атомной физики" и Меккой для исследователей атома из всех стран. Многие молодые физики по собственной инициативе или по специальному приглашению Бора приезжали работать в Копенгаген под его непосредственным руководством. Некоторые из них находились там несколько недель или месяцев, как молодой советский физик Л.Д. Ландау, ставший впоследствии лауреатом Нобелевской премил, но многие оставались на долгие годы.

Как и у Марии Кюри, в распоряжении Нильса Бора были денежные средства одного американского фонда, которые он использовал для поощрения научной "поросли". "Его учениками становились одаренные молодые теоретики, - писал Франк, - получившие подготовку по теоретической физике и особенно по применению математики при разработке теоретических проблем в других крупных центрах этой области науки. То, чему учил их Бор на собственном примере и путем дискуссий, было искусством, в котором он для всех оставался образцом: продумывание проблемы до конца, неотступное преодоление самообмана, мужество перед, казалось бы, непреодолимыми препятствиями".

В кругу его учеников педагогические способности Бора проявились блистательным образом, насколько при этом, как говорил Франк, вообще можно говорить об "учении", так как "свойствам характера нельзя научить, но можно вскрыть их значение и тем самым пробудить их к жизни у тех, у кого они, так сказать, находятся в скрытом виде". Под его руководством

происходили непринужденные, свободные от какого-либо давления с его стороны теоретические споры. Вопросы, которые интересовали учеников Бора и всех участников дискуссии, обсуждались откровенно и безбоязненно.

Многие известные физики-теоретики нашего времени с гордостью и благодарностью называют себя учениками Бора. Одним из самых значительных среди них является Гейзенберг, который впервые услышал Бора в 1922 году и два года спустя приехал по его приглашению в Копенгаген.

Вернер Гейзенберг родился в 1901 году в Вюрцбурге в семье учителя гимназии, позднее работавшего в качестве профессора средне и новогреческого языка в Мюнхенском университете. Он учился у Зоммерфельда и Вилли Вина в Мюнхене, некоторое время был также учеником Борна в Гёттингене и завершил свое образование в 1923 году в Мюнхене, написав докторскую диссертацию в области теории переноса энергии. После этого он работал в качестве ассистента Борна в Гёттингене, где получил право на преподавание теоретической физики, отправившись незадолго до этого на полгода в Копенгаген как стипендиат-исследователь.

Год спустя Гейзенберг опубликовал свое первое фундаментальное исследование по квантовой теории - статью "О квантовомеханическом толковании кинематических и механических связей". В ней он попытался выработать необходимые основы атомной механики, которая строилась бы исключительно на связях между принципиально наблюдаемыми величинами без применения моделей.

Эта статья Гейзенберга заложила фундамент так называемой "матричной механики", детальная разработка математического аппарата которой принадлежит прежде всего Борну. При этом было вновь подтверждено эмпирическое требование, обнаружившее свою эвристическую плодотворность еще при создании теории относительности: научно реализованы в

физических теориях могут быть только действительно наблюдаемые и измеримые факты.

По словам Борна, Гейзенберг отказался от "представлений об электронных орбитах с определенными радиусами и периодами обращения, потому что эти величины не могли быть наблюдаемы". Таким образом, он рассек "гордиев узел при помощи философского принципа и заменил догадки математическим правилом". Это достижение Гейзенберга можно сравнить с подвигом Эйнштейна, упразднившего в 1905 году понятие абсолютной одновременности.

Выяснилось, что атомную модель Бора не следует понимать буквально, как это было вначале. Она была применима только для одноэлектронной системы атома водорода и не могла быть безоговорочно перенесена на атомную систему со многими электронами. Процессы в атоме не могли быть наглядно представлены в виде механических моделей по аналогии с событиями в макромире. Нельзя было схематически применять законы небесной механики для объяснения внутриатомных связей. Даже понятия пространства и времени в существующей форме оказались неподходящими для описания микрофизических явлений. Атом физиков-теоретиков все больше и больше становился абстрактно-ненаблюдаемой суммой уравнений.

Бесстрашие мышления, необходимое для разрешения новых физических проблем, метко охарактеризовал сам Гейзенберг: "На каждом существенно новом этапе познания нам всегда следует подражать Колумбу, который отважился оставить известный ему мир в почти безумной надежде найти землю за морем".

Когда Крамере, первый сотрудник Бора, принял приглашение занять должность профессора в Утрехтском университете, Гейзенберг изъявил готовность возвратиться в Копенгаген и стать в качестве преемника Крамерса доцентом теоретической физики Его лекции хорошо воспринимались студентами также и потому, что он в совершенстве владел датским языком. Во время этого второго

пребывания в Копенгагене, в 1926...1927 годах, молодой немецкий физик неоднократно вел с Бором страстные споры о толковании квантовых явлений.

"Я вспоминаю, - писал позднее Гейзенберг, - о многочисленных дискуссиях с Бором, которые длились до поздней ночи и которые мы заканчивали почти в полном отчаянии. И если я после таких дискуссий один отправлялся на короткую прогулку в соседний парк, то повторял снова и снова вопрос о том, может ли природа действительно быть такой абсурдной, какой она кажется нам в этих атомных экспериментах".

Результаты этой работы мысли были сформулированы в 1927 году как "соотношение неопределенностей" Гейзенберга и "принцип дополнительности" Бора.

Нильс Бор был физиком до мозга костей. Он обладал, о чем говорил в одном из писем и Эйнштейн, гениальной интуицией в области физики, необычайной силы внутренним видением. Его почти сомнамбулическая уверенность при выявлении ключевых вопросов не имела себе равных. Вместе с тем во владении математическим аппаратом Бор во многом уступал своим коллегам. В разговоре с Паули он сделал однажды характерное признание, что его интерес к физике это интерес не математика, а, скорее, ремесленника и философа.

Действительно, математическое одеяние квантовой механики, основы которой, по сути, опираются на работы Бора, создано не им самим, а другими: Борном, Гейзенбергом, Иорданом, Паули, Дираком, Шрёдингером. Здесь сказалась известная ограниченность его огромного дарования. "Выдающиеся математические способности или даже виртуозность в той мере, в какой ими обладают многие из его учеников, ему не даны. Он мыслит наглядно и с помощью понятий, но не собственно математически". Так отозвался Карл Фридрих фон Вайцзеккер о творце современной теории атома. Он сообщал также, что среди учеников и сотрудников Бора ходила шутка о том, что учитель знает будто бы только два математических знака: "меньше, чем..." и "приблизительно равно".

Теоретико-познавательный вклад Бора в развитие атомной физики заключается в установлении двух принципов: соответствия и дополнительности. Их вызвала к жизни потребность ученого изобразить ясно, насколько это возможно, основы всех теоретико-познавательных выводов из атомной механики.

"Вначале он мог быть доволен, - писал Франк, - когда пришел к однозначному и непротиворечивому объяснению перехода от континуума к дискретному квантованию и, более того, принципиально связал индетерминизм элементарных процессов с методами, предполагающими возможность наблюдения. Иными словами, он должен был исследовать с теоретико-познавательных позиций сущность всякого наблюдения. Много лет посвятил Бор разработке этих проблем, пока, наконец, не пришел к удовлетворительным результатам. Они были изложены в написанной вместе с Розенфельдом работе, которая, насколько я могу ее оценить, представляет собой одну из самых прекрасных и самых глубоких работ по теории познания".

Принцип соответствия, который Бор выдвинул еще в 1916 году, означал, что квантовая теория может быть определенным образом согласована с классической теорией, то есть "соответствовать" ей. Классическая механика блестяще подтвердилась не только во всех макрофизических процессах, но также и во всех микрофизических процессах, вплоть до движения атомов как целого, что показала кинетическая теория материи. Итак, новая атомная механика должна была привести в конце концов к тем же результатам, что и классическая. Она должна была асимптотически перейти в классическую механику для крайних случаев больших масс или больших размеров орбит. Если значение элементарного кванта действия h рассматривать как бесконечно малую величину или пренебречь им, то практически будут действовать законы классической физики.

Если, например, электрон в атоме водорода переходит на орбиты, все дальше отстоящие от ядра, и наконец полностью отрывается от него,

то законы излучения квантовой механики с большим приближением принимают форму законов классической электродинамики. Принцип соответствия передает, таким образом, связь между двумя противоречащими друг другу теоретическими построениями: микрофизикой и макрофизикой, границы между которыми определяются константой Планка.

Принцип соответствия, в котором старое было смело соединено с новым, оказался очень полезным для приблизительных расчетов интенсивности спектральных линий. Он сыграл большую роль в дальнейшем развитии квантовой физики. "Теоретическая физика жила этой идеей последующие десять лет, говорил Макс Борн. - ...Искусство угадывания правильных формул, которые отклоняются от классических, но переходят в них, в смысле принципа соответствия было значительно усовершенствовано".

Примерно десятилетие спустя, на съезде физиков, который был устроен летом 1927 года в Комо по случаю столетия со дня смерти великого итальянского физика Алессандро Вольта, Бор изложил свой второй принцип, принцип дополнительности, сделавший возможным непротиворечивое толкование явлений квантовой механики. Основные выводы появились под названием "Квантовый постулат и новое развитие атомистики" в журнале "Натурвиссеншафтен", а в первоначальном варианте на английском языке в журнале "Нейче".

Эта статья Бора, в которой впервые излагалось так называемое копенгагенское толкование квантовой механики, принадлежит к тем классическим документам физической науки, которые непосредственно послужили теоретической подготовке атомного века. Прошло более двух десятилетий, прежде чем выдвинутая Планком идея о квантах была настолько развита, что сделала возможным действительное понимание внутриатомных закономерностей.

С понятием корпускулы было связано представление о каком-то предмете, имеющем строго определенную величину движения и в данный момент находящемся в строго

определенном месте, как это наблюдается в макромире, например у брошенного мяча, положение которого и скорость движения в любой момент могут быть точно измерены и определены.

Однако выяснилось, что невозможно не только практически, но и в принципе с одинаковой точностью одновременно установить место и величину движения атомной частицы. Только одно из этих двух свойств может быть определено точно. Чем точнее и определеннее измеряют одну из двух величин, тем менее точной и определенной оказывается другая. Существование элементарного кванта действия служит препятствием для установления одновременно и с одинаковой точностью величин, которые "канонически связаны", то есть положения и величины движения микрочастицы.

Это естественное состояние "обоюдной неопределенности", как говорил Бор, которое сопутствует каждому квантовомеханическому измерению, было математически отображено Гейзенбергом как "соотношение неточностей" или "соотношение неопределенностей". Это открытие принадлежат к величайшим достижениям теоретической физики.

В своей книге "Физика атомного ядра" Гейзенберг так охарактеризовал открытый им закон природы: "Никогда нельзя одновременно точно знать оба параметра, решающим образом определяющие движение такой мельчайшей частицы: ее место и ее скорость. Никогда нельзя одновременно знать, где она находится, как быстро и в каком направлении движется. Если ставят эксперимент, который точно показывает, где она находится в данный момент, то движение нарушается в такой степени, что частицу после этого даже нельзя снова найти. И наоборот, при точном измерении скорости картина места полностью смазывается".

Гейзенберговское соотношение неопределенностей есть выражение невозможности наблюдать мир атома, не разрушая его. Любая попытка дать четкую картину микрофизических состояний должна поэтому опираться или на корпускулярное, или

на волновое толкование. При корпускулярном описании измерение проводится для того, чтобы получить точное значение энергии и величины движения атомной частицы, как это бывает, например, при рассеивании электронов. При экспериментах, направленных на точное определение места и времени, напротив, используется волновое объяснение, как это бывает, например, при прохождении электронов через тонкие пластинки или при наблюдении отклоненных лучей.

Бор в своем принципе дополнительности придал гейзенберговскому соотношению неопределенностей законченную теоретико-познавательную форму. Основное содержание этого принципа он сформулировал так: "Понятие частицы и волны дополняют друг друга и в то же время противоречат друг другу; они являются дополняющими картинами происходящего".

Атомные системы, для которых существенным является квант действия Планка, не могут рассматриваться так же, как частицы макромира, для которых планковская константа h ввиду ее малой величины не имеет значения. В мире атома корпускулярная и волновая картины сами по себе не являются достаточными, как в мире больших тел. Обе "картины" законны, и противоречие между ними нельзя снять. Поэтому корпускулярная и волновая картины должны дополнять одна другую, то есть быть "комплементарными". Только при учете обоих аспектов получают общую картину микрофизики, прежде всего, электронной механики, о которой, в первую очередь, идет речь в теориях Бора и Гейзенберга.

Результаты квантовой механики, обобщенно изложенные в 1927 году в гейзенберговском соотношении неопределенностей и в принципе дополнительности Бора, принудили гносеологов критически пересмотреть существовавшее ранее классическое представление о действительности. Стало ясно, что "описание физической реальности, совершенно не зависимой от средств, при помощи которых мы ее наблюдаем, строго говоря, невозможно", как писал известный французский физик и лауреат Нобелевской

премии Луи де Бройль. Природу можно описывать только как нечто подчиняющееся естественнонаучным методам исследования.

Принципиально новой чертой в теоретико-познавательном анализе квантовых явлений, согласно Бору, является введение основополагающего различия между измерительным прибором и исследуемым объектом. Взаимодействие между измерительными приборами и атомными объектами образует неотделимую составную часть явлений атомного мира. Квантовомеханическое описание атомных объектов должно быть связано с классическим описанием применяемых измерительных инструментов.

Все вышесказанное, вновь подтверждая мысль В.И. Ленина о "неисчерпаемости материи вглубь", никоим образом не ставит под сомнение объективность природы, объективную реальность внешнего мира, существующего независимо от человеческого сознания. Объекты атомного мира в неменьшей степени относятся, как подчеркивал советский физик В.А. Фок, к реальному внешнему миру, и их свойства не менее реальны, чем вещи и свойства, исследуемые в классической физике. Но наивное представление о реальности, которое позволяло рассматривать частицы в атомной физике как очень маленькие песчинки, после 1927 года не могло уже оставаться в силе.

Доказанный квантовой механикой факт, что между деятельностью субъекта и противодействием объекта нет никакой четкой границы, не мешает нам, как подчеркивал Макс Борн, "разумным образом использовать эти понятия". Он пояснял сказанное наглядным примером: "Граница между жидкостью и ее паром также нечетка, потому что атомы постоянно улетучиваются и конденсируются, и, несмотря на это, мы можем говорить о жидкости и паре".

Диалектическое усложнение понимания реальности в квантовой механике оказало воздействие на решение вопроса о причинной обусловленности и о строгой предсказуемости всех природных процессов.

Вместе с другими ведущими представителями

квантовой теории Нильс Бор придерживался мнения, что исследование субатомных явлений в мельчайших подробностях невозможно, потому что любая попытка изучения этих процессов сопровождается нежелательным вмешательством измерительных инструментов в ход событий. Поэтому при прогнозировании квантовомеханических процессов можно говорить только о вероятности их наступления, но не о естественно необходимой достоверности. Все положения теории атома имеют вероятностный характер. Все законы атомной физики являются вероятностными законами.

Наряду с понятием вероятности, властно выступившим на передний план в боровском теоретико-познавательном изложении вопросов квантовой механики, фундаментальное значение получило также различие между возможностью и реальностью, которое не имело гносеологической ценности для классической механики и которым поэтому пренебрегали. Понятие возможности, которое означает только "потенциально существующее", в дальнейшем развитии хода мысли Бора и Гейзенберга стало настоящим ядром философской интерпретации явлений атомной физики.

В своих теоретико-познавательных работах Бор не только выступал всегда как материалист, но был самобытным и глубоким диалектиком. Его принцип дополнительности, отражающий непримиримые противоречия микромира, является диалектическим принципом в полном смысле слова. Открытие этого принципа главная заслуга датского физика перед теорией познания. Одно только это открытие позволяет рассматривать Бора как одного из крупнейших теоретиков среди ученых-естествоиспытателей нового времени.

Правда, теоретико-познавательные устремления Бора и его учеников долгое время не встречали понимания и превратно истолковывались. Об этом ученый говорил в 1961 году в разговоре с советскими физиками во время своего последнего приезда в Москву.

Многие философы-материалисты до недавнего времени обвиняли Бора в приверженности к

субъективному идеализму, толкуя грубо упрощенно его взгляд на проблему реальности как "отрицание" реальности внешнего мира. Временные сомнения Бора в строгой универсальности закона сохранения энергии и количества движения в сфере атома были использованы в философской литературе в качестве примеров "антинаучных выводов" и "скатывания к идеализму и агностицизму".

Большая заслуга в устранении этих и подобных недоразумений принадлежит, наряду с другими, советским физикам Иоффе и Фоку.

Иоффе в своей книге воспоминаний "Встречи с физиками" убедительно показал, что Бор ни в какой мере не отрицал реальности внешнего мира; он только стремился к тому, чтобы установить своеобразие его познаваемости. Нильс Бор, как писал Иоффе, был великим мыслителем, непрерывно развивающим и углубляющим свои представления о природе не только физических, но и биологических явлений.

По словам Фока, Бор в последнее время избегал выражения "неконтролируемое взаимодействие" между объектом и измерительным прибором, считая его недостаточно точным, хотя раньше он нередко пользовался этим выражением. Фок сообщает, что в разговорах с ним Бор давал высокую оценку диалектике и отклонял позитивизм.

В своей статье в планковском юбилейном сборнике 1958 года ведущий советский физик-теоретик, исходя из необходимости творческого развития диалектического материализма, отметил, в частности, что различие между средствами наблюдения и объектами микромира вынуждает отказаться от детерминизма классической механики и рассматривать принцип причинности так, как это пытался делать Бор.

По Фоку, квантовая теория представляет собой значительное и принципиальное расширение диалектико-материалистической картины мира. Принцип причинности в квантовой механике, который непосредственно относится к вероятностям и связанной с этим волновой функции, представляется ему необходимым обобщением классического закона причинности.

Требуемое Гейзенбергом строгое различение понятий "возможное" и "осуществленное" является, по мнению Фока, необходимой предпосылкой последовательного физического толкования квантовой механики.

Но не только некоторые философы-материалисты неправильно поняли копенгагенское толкование теории атома и многие годы выступали против него. Физики, которые не были сторонниками диалектического материализма, такие, как Альберт Эйнштейн, Макс фон Лауэ или Эрвин Шрёдингер, не соглашались с основными теоретико-познавательными положениями Бора; более того, они принадлежали к самым первым противникам копенгагенской школы.

На Сольвеевских конгрессах в Брюсселе в 1927 и в 1930 годах дело даже дошло до драматически проходивших споров между Эйнштейном и Бором. Эти споры были продолжены в Принстоне в конце 30-х годов, а десять лет спустя возобновились в одном швейцарском журнале.

Эйнштейн упорно и настойчиво пытался три помощи остроумно задуманных мысленных экспериментов объективно опровергнуть вероятностно-теоретическое понимание квантовых явлений. Он снова и снова придумывал такую последовательность измерений, которая, противореча содержанию соотношения неопределенностей, позволила бы одновременно с одинаковой точностью определить место и величину движения микрочастицы. Но Бору удалось опровергнуть остроумнейшие возражения Эйнштейна против соотношения неопределенностей. В этом ему энергично помогли Гейзенберг, Паули, Дирак и другие молодые физики.

Однако Эйнштейн не признал себя побежденным, хотя в конце концов и согласился с тем, что статистическая квантовая теория копенгагенской школы является грандиозным и внутренне непротиворечивым мыслительным построением. Так же как Лауэ, Шрёдингер и Планк, он считал ее лишь вспомогательным средством; она не казалась ему исчерпывающим

описанием событий в микрокосме.

Эйнштейн неоднократно проявлял свое недовольство взглядами копенгагенской школы, которые к тому же не удовлетворяли его в эстетическом плане. Так в 1938 году в письме к Соло-вину он порицал "чрезмерный субъективизм" копенгагенской школы. Год спустя после этого в послании Шрёдингеру он даже назвал Бора "мистиком". В 1950 году в письме к Лауэ он высмеивал "осторожничанье с реальностью", "философствующих физиков", имея в виду прежде всего сторонников Бора.

Особенно не по душе было Эйнштейну вероятностное понимание квантовых процессов потому, что он - не имея, впрочем, к этому никаких оснований опасался, что таким образом будет опровергнут принцип причинности и место строгой естественной закономерности займет "играющий в кости бог". Так, после прочтения одной из ранних работ Бора он сказал физику-атомщику Хевеши: "Такую работу я и сам, пожалуй, мог бы написать, но если она правильна, то это конец физики как науки".

Сколько драматизма в том, что именно Эйнштейн, который благодаря своему квантовому учению стал одним из основателей квантовой теории и непосредственно на работу которого Бор опирался при создании своей модели атома, отказался от последовательного развития им самим избранного хода мысли. Причину подобного поведения следует в конечном счете искать б том, что Эйнштейн - великий диалектик в вопросах электродинамики, теории гравитации и космологии - в вопросах, касающихся внутриатомных явлений, оставался в плену старых механических представлений. И это при том, что в 1917 году он, введя понятие "переходная вероятность" - вероятность для перехода атомной системы из одного состояния в другое, - сам положил начало дальнейшему изучению диалектической природы атома.

В статье для эйнштейновского юбилейного сборника в 1949 году Бор, с глубокой печалью воспринимавший отрицательное отношение Эйнштейна к копенгагенской школе квантовой физики, дал захватывающее изложение

многолетних научных дискуссий с коллегой физиком, перед которым он так преклонялся. Впрочем, и Эйнштейн, несмотря на различие их мнений по теоретико-познавательным вопросам, очень высоко ценил личность Бора и его научные труды. Он говорил Джеймсу Франку: "Я полагаю, что без Бора мы и сегодня знали бы слишком мало о теории атома".

Спор между Эйнштейном и Бором, затянувшийся более чем на четверть века, относится к крупнейшим идейным спорам в новейшей истории науки в немалой степени потому, что его участниками были два исследователя первой величины, два ученых, каждый из которых выдвинул бессмертные идеи в своей области физики атомного века.

Избранные места из своих основных сочинений по теории познания Бор издал в двух небольших, но необычайно глубоких по содержанию томах. Первый томик вышел в 1929 году как ежегодник Копенгагенского университета, в немецком издании он опубликован в 1931 году под характерным названием "Теория атома и описание природы", второй - "Атомная физика и человеческое познание" - появился в 1958 году.

При чтении этих работ даже в переводе обращает на себя внимание постоянное стремление их автора к тому, чтобы как можно точнее выразить свою мысль. По манере своей работы - за письменным столом - Бор был типичным "классиком", если применять оствальдовскую классификацию великих исследователей. Он оформлял и шлифовал языковую сторону своих научных сочинений, подобно поэту. Не случайно Бор говорил, что рукопись - это "нечто такое, во что вносятся исправления". Даже письма, которые не были предназначены для публикации, он нередко многократно переписывал, прежде чем отослать. В работах Бора нет ничего лишнего. Его концентрированный, сгущенный стиль во многом напоминает гениально лаконичную манеру письма Карла Маркса.

Первое обращение Бора к теоретико-познавательным вопросам было следствием

скорее его языково-философских и критико-языковых соображений, нежели следствием его физических исследований. И позднее он снова и снова занимался проблемой неточности нашего разговорного языка, который должен служить средством понимания в науке. Во многих своих сочинениях Бор признавал трудности, проистекающие из такого положения, и указывал на опасность, которую несет с собой многозначность большого количества слов.

В книге "Теория атома и описание природы" Бор неоднократно обсуждает "неоднозначность нашего словоупотребления". Он полагал, что мы, по сути дела, вынуждены объясняться при помощи словесной картины, употребляя слова без предварительного их анализа. Здесь проявляется определенная связь его с "Венским кружком". Необходимость критики языка науки в то время (около 1930 года) сильнее всего подчеркивалась Рудольфом Карнапом. Не случаен и тот факт, что во время конференции по философии науки, проходившей в 1936 году в Копенгагене, представители этой философской школы пользовались гостеприимством Нильса Бора и он сам наряду с Филиппом Франком выступил с докладом на заседании.

Первая фаза развития квантового учения, которая характеризовалась главным образом трудами Планка, Эйнштейна, Бора и Зоммерфельда, завершилась в 1925 году и увенчалась принципом, открытым молодым австрийским физиком Вольфгангом Паули. Согласно этому принципу, в соответствии с естественной закономерностью исключается вероятность того, что внутри одного атома одинаковые орбиты могут быть заняты несколькими одинаковыми электронами. Иными словами, в одном атоме не может быть двух и более электронов, которые одинаковы по всем четырем квантовым параметрам, то есть находятся в одинаковом состоянии.

Этот фундаментальный принцип, который приобрел известность как принцип исключения Паули, или, короче, запрет Паули, оказался надежным указателем к новым важным открытиям, к пониманию теплопроводности и

электропроводности металлов и полупроводников. Только теперь с учетом строения оболочки атома могла быть во всей ее глубине понята периодическая система элементов, эмпирически составленная в 1869 году Менделеевым. Это было большим достижением физических исследований.

В возрасте 37 лет (в 1922 году) Нильс Бор получил Нобелевскую премию по физике. В своем нобелевском докладе о строении атома он дал отчет о прежней своей работе и обзор состояния исследований атома. Он полагал, что квантовая теория находится еще у своих истоков и предстоит искать ответ на многие вопросы.

Присуждение Нобелевской премии принесло исследователю всемирную славу и множество дополнительных научных обязанностей, которые он исполнял в высшей степени добросовестно. Как и Эрстед столетие назад, Бор был ведущим физиком своей страны и центральной фигурой общественной жизни датской столицы национальным героем, или, как иногда говорили, "национальной святыней".

Дом Нильса Бора, похожая на дворец вилла с колонным залом, расположенный в центре великолепного парка, был передан ему в 1932 году Датской Академией наук в знак признания его заслуг. Он стал центром научной жизни. Коллеги из разных концов мира находили здесь хлебосольный прием. Во время институтских празднеств здесь принимали нередко больше ста гостей. Здесь бывали художники и политические деятели.

В противоположность Эйнштейну, который, по его собственному признанию, всегда "ходил в одиночной упряжке", не чувствовал сильной привязанности к своим близким и вообще испытывал мало нужды в людях и в человеческом обществе, Бор был главой счастливой и дружной семьи. Это давало ему утешение и силы в трудные минуты. Старший из его шести сыновей трагически погиб во время катания на лодках по морю. Иоффе вспоминал об отчаянном письме, которое он получил тогда от Бора.

В отличие от многих других физиков-математиков, которые были страстными

любителями музыки, Бор не имел музыкальных наклонностей. Однако он глубоко понимал литературу и изобразительное искусство, особенно живопись и скульптуру. В этих областях он даже сам временами работал. Вайцзеккер сообщает, что однажды он видел, как Бор "вырезал из дерева ветряк совершенной красоты и безукоризненного хода".

В молодости великий физик был страстным футболистом. Вместе со своим братом Харальдом он некоторое время входил в состав национальной команды Дании. Когда в 1922 году в Стокгольме ему была вручена премия, одна датская газета написала, что "известному футболисту Нильсу Бору" присуждена Нобелевская премия. Как и Вилли Вин, Бор любил лыжный спорт и нередко брал с собой на лыжные прогулки своих учеников и сотрудников.

С 1930 года ученый все больше и больше занимался проблемами атомного ядра. С точки зрения истории науки заслуживает упоминания положение, развитое им в 1936 году: при приеме нейтрона, то есть при проникновении нейтрона в атомное ядро, возникает "объединенное" или "промежуточное" ядро. Эта модель сыграла важную роль в развитии физики нейтронов.

Бор был также одним из первых, кто смог правильно объяснить механизм открытого Ганом и Штрасманом расщепления ядра и понять научное и техническое значение этого открытия. Об этом свидетельствует теория расщепления ядра, созданная им совместно с американским физиком Уилером в 1939 году.

Подобно Планку, Эйнштейну и Лауэ, Бора отличала доброта и всегдашняя готовность прийти на помощь. Шрёдингер сказал как-то, что считает Бора одним из самых добрых людей, каких он когда-либо встречал. Проявлению этих его качеств не мешала даже напряженнейшая исследовательская работа.

Когда после захвата власти в Германии фашистами некоторые подающие надежды или уже известные физики вынуждены были покинуть свою родину по расовым или политико-мировоззренческим мотивам, многие из них нашли в Копенгагене первое прибежище. Нильс

Бор, который вместе со своим братом Харальдом создал в Дании Комитет поддержки изгнанных интеллигентов, использовал свое огромное влияние для того, чтобы предоставить эмигрантам новые возможности для работы.

Среди его гостей был Джеймс Франк, который после своей эмиграции больше года преподавал в Копенгагене как профессор-гость до тех пор, пока не переехал в США. Лиза Мейтнер после своего бегства из гитлеровской Германии летом 1938 года также приехала к Бору, прежде чем отправиться в Швецию. Молодые, тогда еще неизвестные физики тоже пользовались гостеприимством великого ученого, антифашиста и гуманиста.

Джеймс Франк во время своего пребывания в Копенгагене имел возможность наблюдать влияние Бора на окружающих. Он писал, что беседы в доме Бора не ограничивались только вопросами физики или естествознания, но относились также к философии, истории, истории религии, этическим проблемам, искусству и политике.

"Сам Бор обладал широким кругом интересов, - писал Франк. - Он много читал, имел хорошую память и размышлял обо всем, что прочитал и пережил. С самого начала он не имел склонности замыкаться в науке, как в башне из слоновой кости; он, скорее, считал своим долгом быть информированным о жизни и делах человеческого общества и, если необходимо, откровенно высказывать об этом свое мнение. Огромному числу людей помог он своим примером и своими дискуссиями серьезно относиться к этому долгу и исполнять его. Дом Бора можно было по праву сравнить с греческой академией. Он был идеальным приютом для малых и больших дискуссионных групп, которые вели беседы в стиле перипатетиков".

После вступления в Данию гитлеровских войск весной 1940 года Бор остался в стране несмотря на то, что был известен как противник фашистской диктатуры и как "полуеврей" подвергался опасности. Он был ректором Копенгагенского университета и работал над введением к задуманному им обширному

произведению о национальной культуре Дании. Нацисты считали великого физика своим опаснейшим врагом.

В конце сентября 1943 года ученый, который находился в тесной связи с датским антифашистским движением Сопротивления, тайно получил извещение о том, что его готовятся перевезти в Германию. Следующей же ночью на лодке его переправили в Швецию, чтобы спасти от лап гестапо. Его спасение было подготовлено и осуществлено датскими антифашистами. "Славным делом датчан, замечал по этому поводу Джеймс Франк, - было то, что они сумели переправить всех жителей Дании, преследуемых по политическим или расовым мотивам, через Зунд в Швецию. И ночная переправа Бора в рыбацкой лодке была замечательным и далеко не безопасным предприятием".

Из Швеции Нильс Бор направился на самолете в Англию, откуда затем вместе со своим сыном Оге вылетел в Соединенные Штаты Америки. "И этот полет имел свои опасности, - сообщал Джеймс Франк. - Череп Бора был слишком велик для дужек, с помощью которых в этих самолетах прижимали к ушам необходимые для связи микрофоны. Поэтому он не слышал требования пилота надеть кислородную маску и потерял сознание. Он пришел в себя лишь после того, как Оге Бор указал пилоту на его состояние и тот перевел самолет в нижние слои атмосферы".

В США Бор под вымышленной фамилией Бейкер участвовал как советник-сотрудник в Лос-Аламосе в изготовлении американской атомной бомбы. Его решение заниматься этим делом определялось той же горькой необходимостью, которая заставила Эйнштейна обратиться с письмом к Рузвельту.

Когда стало ясно, что гитлеровская Германия уже не в состоянии овладеть атомным оружием, Бор употребил все свое влияние для того, чтобы воспрепятствовать применению американских атомных бомб. С этой целью он лично беседовал с президентом Рузвельтом. Смерть президента еще до военного разгрома гитлеровского рейха стала одной из причин того, что усилия ученого

оказались напрасными. Бор так же, как и Эйнштейн и все гуманистически настроенное человечество, был поражен и возмущен позорным актом правительства Трумэна, его преступлением в Хиросиме и Нагасаки.

С начала 30-х годов Нильс Бор неоднократно бывал в Советском Союзе. Как пишет в своей книге воспоминаний Иоффе, который познакомился с Бором в 1922 году в Гёттингене, Бор во время своего первого визита в Ленинград стал свидетелем первомайского парада и демонстрации перед Зимним дворцом, которые произвели на него "большое впечатление единством населения огромного города с партийным руководством". После своего возвращения он написал об этом в опубликованной датской прессой статье, которая, как заметил Иоффе, вызвала большое недовольство в антисоветских кругах. Бор был искренним другом советской науки и охотно принимал в свой институт советских ученых. Многие известные советские физики и сегодня с благодарностью вспоминают о времени, проведенном ими в Копенгагене у Бора.

С политической точки зрения достоен упоминания меморандум, который Нильс Бор направил в 1950 году Организации Объединенных Наций. В нем он заявил, что следует бороться с атомным вооружением для того, чтобы предотвратить угрозу атомной войны. Главным пунктом его предложения было создание "открытого мира". Под этим он понимал мирное сотрудничество всех государств, свободное сообщение между ними и беспрепятственный обмен информацией.

Все это служит свидетельством того, как отчетливо осознавал великий физик политическую ответственность естествоиспытателя в наше время и как настоятельно стремился он к тому, чтобы быть верным долгу, который налагали на него его научные заслуги.

Будучи одним из известнейших ученых нашего века, Нильс Бор был осыпан академическими почестями. В течение многих лет он был президентом Датской Академии наук, в которую

входил с 1917 года. Он был членом многих иностранных обществ и академий, в том числе и Берлинской Академии наук (с 1922 года), Академии наук СССР (с 1929 года), Немецкой Академии естествоиспытателей "Леопольдина" (с 1932 года), по просьбе которой он после избрания написал автобиографию. Ему присуждено семнадцать званий почетного доктора. Одной из его последних научных наград была медаль Гельмгольца Германской Академии наук в Берлине.

В наградном акте так характеризуются научные заслуги исследователя: "Он первый во всей глубине постиг то новое, что было непонятно нам в квантовых явлениях в природе. С 1922 года он вносил свою долю фундаментальных трудов в разработку самых существенных вопросов квантовой теории атомов, молекул и ядер, без этих трудов немыслимо было бы достойное восхищения здание современной квантовой физики".

В мае 1961 года Бор последний раз посетил Советский Союз. Московский университет им. Ломоносова присвоил ему звание почетного профессора. Когда после доклада на семинаре физиков Капицы и Ландау его спросили о "тайне", которая позволила ему собрать вокруг себя такое большое число молодых творчески мыслящих теоретиков, он ответил: "Никакой особой тайны не было, разве что мы не боялись показаться глупыми перед молодежью".

Советский лауреат Нобелевской премии Тамм отмечал, что это очень характерное для Бора высказывание. Бору было совершенно чуждо любое важничанье и зазнайство, он отличался поразительной скромностью. Действительно, ни одна дискуссия не может быть плодотворной, говорил Тамм, если участники опасаются задавать вопросы, которые могут обнаружить пробелы в их знаниях, и поэтому боятся показаться "глупыми".

Нильс Бор, большинство основополагающих трудов которого было опубликовано также и на немецком языке, в июне 1962 года последний раз был на немецкой земле, приняв участие в традиционной встрече лауреатов Нобелевской

премии в Линдау. "Нас беспокоили его усталость и очень непродолжительное, но серьезное заболевание, которое он перенес в последние дни пребывания в Линдау, - писал Джеймс Франк. - Но он чрезвычайно быстро поправился и можно было надеяться, что ему суждена еще долгая жизнь. Однако эти надежды не сбылись".

18 ноября 1962 года, отдыхая от работы, великий физик заснул и больше не проснулся.

"Нильс Бор прожил исключительно богатую и счастливую жизнь, - писал Франк в заключение своей мемориальной статьи. - Его гений и его сила позволили ему открыть новую эру в науке. Он был окружен одаренными учениками и сотрудниками; его брак был счастливым и гармоничным; он видел, как его сыновья, за исключением трагически рано погибшего старшего, выросли настоящими людьми. Его сын Оге стал физиком, пользовавшимся большим уважением. Он видел, как росла семья, и радовался многочисленным внукам. Бор завоевал любовь всех, кому посчастливилось близко знать его, и уважение всего мира".

Дело гениального датского естествоиспытателя творчески продолжается выдающимися физиками-атомщиками, среди которых прежде всего следует назвать Вернера Гейзенберга. Следует вспомнить также Леона Розенфельда, который в течение многих лет был ближайшим сотрудником Бора и принадлежит сегодня к ведущим теоретикам атома.

Вернер Гейзенберг, находясь в Копенгагене, осенью 1927 года получил приглашение стать ординарным профессором теоретической физики в Лейпцигском университете. Уже через два года молодой физик принял лестное приглашение совершить поездку с чтением лекций в США, Японию и Индию. В 1932 году он вновь был приглашен для чтения лекций в Соединенные Штаты Америки. Его институт в Лейпциге стал новым центром теоретической атомной физики в Германии.

Многие из современных наиболее известных исследователей атома были учениками или сотрудниками Гейзенберга, среди них Эдвард

Теллер, "отец водородной бомбы", Виктор фон Вайскопф, Л.Д. Ландау, Зигфрид Флюгге и Карл Фридрих фон Вайцзеккер. В возрасте 32 лет в 1933 году Гейзенберг получил Нобелевскую премию по физике.

Во времена гитлеровского фашизма лейпцигский ученый неоднократно подвергался политическим нападкам. Уже в конце 1933 года, когда он возвратился из Стокгольма после получения Нобелевской премии, студенты-нацисты пытались устроить в его аудитории манифестацию; затея, однако, не удалась. После того как физик Штарк, задававший тон национал-социалистской политике в отношении науки, многократно порочил Гейзенберга в своих выступлениях, летом 1937 года он напечатал в одной из эсесовских газет злобную статью, клеймящую Гейзенберга как "Оссецкого от физики", как "белого еврея", и потребовал соответствующих мер. Только в силу случайного счастливого стечения обстоятельств, а также из-за международного признания, которым пользовался физик, ему удалось избежать расправы.

Жалоба, которую он направил в министерство по поводу подстрекательской статьи Штарка, нанесшей ущерб его преподавательской деятельности, несмотря на многочисленные напоминания, осталась без ответа. В одном из писем руководителя министерства народного образования Саксонии мы находим указание на причины этого. Там говорится, что Гейзенберг "сам накликал на себя" нападки Штарка "из-за своего собственного, политически неблагонадежного поведения", что ему не следует прощать отказ "подписать воззвание немецких профессоров к фюреру".

В лейпцигские годы Гейзенберг выдвинул идею о том, что атомное ядро состоит из протонов и нейтронов. Эту идею он развал после открытия нейтрона английском физиком Чедвиком почти одновременно с советским физиком-атомщиком Д.Д. Иваненко и независимо от него.

Позднее он много занимался космическим высотным излучением, которое в 1911 году

открыл австриец Гесс. В исследование этого явления большой вклад внесли также немец Кольхерстер, англичанин Блэккет и американец Милликен. Доклад Гейзенберга на эту тему был кульминационным пунктом конгресса физиков-атомщиков, который состоялся в 1936 году в Копенгагене по инициативе и под руководством Бора.

Нападки Штарка помешали Гейзенбергу стать преемником его учителя Зоммерфельда в Мюнхене, хотя он получил приглашение занять освободившееся место. Вскоре после начала второй мировой войны исследователь в связи с его работой в Физическом институте был назначен профессором Берлинского университета.

О своей работе во время второй мировой войны Вернер Гейзенберг говорил: "После открытия расщепления ядра Отто Га-ном в 1938 году следствием войны оказалось то, что я вместе с моими сотрудниками должен был заниматься конструированием атомных реакторов. Несмотря на то что вначале я был далек от такой задачи, мой интерес в высшей степени возбудила открытая атомной физикой возможность получения огромных атомных источников энергии. Я считаю, что немецким физикам очень повезло в том, что ход войны и действия правительства исключали любую серьезную попытку изготовления атомного оружия и тем самым избавляли физиков от тяжелой ответственности за подобное деяние".

И в годы войны Гейзенберг старался поддерживать научные связи с Бором. Во время пребывания в Копенгагене осенью 1941 года он попытался, правда в не очень удачной форме, дать понять Бору, что оставшиеся в гитлеровской Германии физики-атомщики не работают над использованием открытия Гана в военных целях. Можно предполагать, что, даже если бы Бор правильно понял намеки Гейзенберга, маловероятно, что это помогло бы преодолеть недоверие западных держав и способствовать прекращению работ над американской атомной бомбой.

В 1945 году Гейзенберг вместе с другими

немецкими физиками был перевезен в Англию и содержался там под арестом в течение нескольких месяцев. Он часто радовал превосходной игрой на рояле своих сотоварищей, в числе которых были Макс фон Лауэ, Отто Ган и Вальтер Герлах. После возвращения в Германию он принял руководство Институтом физики им. Макса Планка. В 1958 году этот институт был переведен из Гёттингена в Мюнхен.

Еще в 30-х годах Вернер Гейзенберг с растущим упорством стремился проникнуть в процессы, протекающие внутри атомного ядра. Его последние работы были посвящены прежде всего изучению элементарных частиц, которые он считал самой перспективной областью исследований современной атомной физики, так как природа их законов еще мало известна. "В послевоенное время, говорил он, - стало возможным сделать следующий шаг в атомной физике, ведущий от атомных ядер к мельчайшим единицам материи, атомным частицам. Здесь меня особенно привлекает возможность пробиться к центральному узловому пункту, в котором соединены естественные законы различных известных сфер опыта (механики, учения об электричестве, учения о теплоте, химии и т.д.), исходящие из единого закона природы для элементарных частиц".

Во время празднования 100-летия со дня рождения Планка в апреле 1958 года Гейзенберг предложил вниманию научной общественности свою новую теорию элементарных частиц. Он выдвинул "мировую формулу", которая должна была включать в себя также и элементарные частицы гравитации. Наряду со скоростью света с к планковской константой h им была введена новая естественная константа - "наименьшая длина".

Рассуждения Гейзенберга вызвали большой интерес не только в кругу его коллег. Следует при этом отметить и особо подчеркнуть, что Бору теория Гейзенберга казалась "недостаточно безумной" для того, чтобы быть действительно ясной и основательной теорией. Бор считал, что гейзенберговская теория элементарных частиц, несмотря на смелость, не является настолько

"невероятной", насколько это необходимо для правильного объяснения еще не разгаданных связей.

На собрании Общества немецких естествоиспытателей и врачей в Веймаре в октябре 1964 года Гейзенберг прочел перед широкой аудиторией, собравшейся в национальном театре, доклад о состоянии новейших исследований в области теории элементарных частиц. Ученый пришел к выводу, что элементарные частицы "являются до некоторой степени теми формами, в которых проявляется энергия, если она стремится стать материей". Придерживаясь точки зрения современной теории элементарных частиц, он полагал, что в споре греческих философов о природе мельчайших материальных единиц Платон, утверждавший, что это должны быть математическо-симметрические формы, был более прав, чем Демокрит, который считал атомы бесконечно малыми вещами.

В своих работах "Изменения основ естествознания", "Картина природы в современной физике" и "Физика и философия" Гейзенберг высказал свое мнение по спорным натурфилософским и теоретико-познавательным вопросам. Если ранее он склонялся к субъективно-идеалистическим воззрениям, то в последнее время он придавал большое значение тому утверждению, что копенгагенское толкование квантовой теории ни в коем случае не является позитивистским.

"В то время как позитивизм исходит из чувственных восприятий как элементов бытия, - говорил он в 1957 году, - копенгагенская интерпретация рассматривает описываемые в классических понятиях объекты и процессы, то есть фактическое, в качестве основы всякого физического объяснения. Вместе с тем признается также, что статистичность природы законов микрофизики устранена быть не может, так как всякое знание "фактического" в силу квантовомеханических законов природы является знанием неполным" (см. факсимиле).

С отказом от субъективного идеализма в мышлении Гейзенберга наметился поворот к

объективному идеализму: процесс, подобный тому, который произошел в мышлении Эйнштейна. Все более частые ссылки на Платона служат новым подтверждением того, что взгляды философов-идеалистов также могут стимулировать мышление естествоиспытателей. В этом случае важную роль играет то, каким образом перерабатываются в сознании исследователя эти стимулы. Впрочем, к некоторым гносеологическим положениям Гейзенберга с полным правом можно отнести замечание, сделанное В.И. Лениным в "Философских тетрадях" относительно некоторых идей объективного идеалиста Гегеля: "Рукой подать к материализму".

Борьба физика-мыслителя против старой механистически-догматической "онтологии" и против порой бессознательных попыток поставить ее во взаимосвязь с некоторыми новыми достижениями атомной физики заслуживает поддержки всех прогрессивно настроенных естествоиспытателей и философов. Однако при этом не следует забывать слова Поля Ланжевена о том, что невозможно во всей глубине охватить и объяснить проблемы атомной физики, не руководствуясь диалектическим материализмом.

Вернер Гейзенберг входил в группу ученых, подписавших весной 1957 года Гёттингенское обращение, он поддерживал также и другие заявления, направленные на уменьшение напряженности и на сохранение мира. Он неоднократно подчеркивал высокую ответственность именно физиков-атомщиков в деле предотвращения мировой войны.

"Изобретение атомного оружия, - говорится, например, в его книге "Физика и философия", - поставило и перед наукой и перед учеными совершенно новые проблемы. Влияние науки на политику стало много больше, чем оно было перед второй мировой войной; и это обстоятельство налагает двойную ответственность на ученых, особенно на физиков-атомщиков". Долг физиков, подчеркивал Гейзенберг, указать своим правительствам на невообразимые масштабы разрушений, которые,

несомненно, будут последствием войны с применением ядерного оружия.

Большой вклад в становление физики атомного века внесли Джеймс Франк и Густав Герц, выступившие как исследователи в том же году, что и Нильс Бор. Их опыты с электронной бомбардировкой и их последующая исследовательская и педагогическая деятельность имели большое значение для развития атомной физики.

После доцентуры в Берлинском университете, которая была прервана первой мировой войной, Джеймс Франк с 1922 по 1933 год был профессором экспериментальной физики в Гёттингене. Вместе с Максом Борном, выдающимся представителем теоретической физики, он стал центром той блестящей школы исследований атома, которая создала Гёттингену мировую славу в этой области. Студенты удивлялись прежде всего необычайной способности Франка к чисто наглядному методу рассмотрения, позволявшему ему понимать и объяснять труднейшие физические проблемы, при решении которых другие не могли обойтись без "костылей математики".

Враждебная науке политика гитлеровского фашизма и преследование евреев побудили знаменитого ученого из солидарности с уволенными коллегами отказаться от своего поста весной 1933 года. От "льготы", которая полагалась ему как участнику мировой войны, он также наотрез отказался. Вначале исследователь оставался в Гёттингене, где на своей квартире проводил научные коллоквиумы с учениками и друзьями. В конце 1933 года он был вынужден, однако, покинуть родину.

После короткого пребывания в Балтиморе и Копенгагене Франк долгие годы работал в Соединенных Штатах Америки, с 1938 года - в исследовательском институте в Чикаго. Его научные интересы были обращены в основном к исследованиям в области молекулярной спектроскопии и фотосинтеза. Однако самым главным его делом в США была по словам одного из его учеников, общественная деятельность, которая нашла свое отражение в 1945 году в

докладе Франка.

Доклад Франка, документ человечности и свидетельство понимания научно-политической ответственности ученого, составленный в несколько необычной форме, сделал имя физика известным далеко за пределами круга ученых. К сожалению, это предостережение, которое служило образцом для всех последующих выступлений исследователей-ядерщиков против злоупотребления достижениями атомной физики, так же не достигло задуманной цели, как и памятная записка, которую Нильс Бор за год до этого передал президенту США. Сторонников империалистической политики силы не интересовали тревоги ученых-гуманистов.

Джеймс Франк, которому по случаю 150-летия Университета им. Гумбольдта было присвоено в 1960 году звание почетного доктора, четыре года спустя в последний раз посетил столицу Германской Демократической Республики. Вместе с Лизой Мейтнер и Густавом Герцем он участвовал в Галилеевском коллоквиуме, который проводился во время "Дней Берлинского университета" в апреле 1964 года в Магнусхаузе на Купферграбене. Через несколько недель после этого, 21 мая 1964 года, исследователь внезапно скончался в Гёттингене. Он закончил свой жизненный путь в том городе, где 12 лет был учителем многих, ставших позднее знаменитыми физиков-атомщиков.

Его друг и сотрудник Густав Герц, также принимавший участие в первой мировой войне, восстановив силы после тяжелого фронтового ранения весной 1917 года, участвовал в конкурсе на получение доцентуры в Берлинском университете. Он представил работу "Об энергетическом обмене при столкновении между медленными электронами и молекулами газа" и четырнадцать статей по физике Его публичная испытательная лекция была посвящена принципу Доплера. В первой половине 20-х годов Герц работал "физиком от промышленности" в Голландии. В 1925 году он был приглашен в университет Галле. С 1928 года исследователь (награжденный совместно с Джеймсом Франком Нобелевской премией) преподавал в течение

семи лет в Высшей технической школе в Берлине. Его учениками были известные физики, в их числе Эрвин Мюллер, создатель электронного микроскопа.

Будучи вынужденным в 1935 году оставить кафедру, он стал руководителем исследовательской лаборатории на одном из крупных промышленных предприятий Берлина. После 1945 года Густав Герц вместе с другими известными немецкими учеными и изобретателями, Петером Адольфом Тиссеном, Максом Штейнбеком и Манфредом фон Арденне, работал в течение 10 лет в Советском Союзе. За свои выдающиеся научные достижения он получил в 1951 году Государственную премию СССР.

После возвращения в Германскую Демократическую Республику Густав Герц руководил в Лейпциге Физическим институтом при Университете им. Карла Маркса. Вышедший под его редакцией многотомный "Учебник ядерной физики" принадлежит к числу лучших работ такого рода по ядерной физике. Его работы по разделению изотопов, исследование квантообразного возбуждения атомов электронами и его значительный вклад в область физики разреженного газа и физики твердого тела Немецкая Академия наук в 1950 году отметила присуждением ему своей высшей награды - медали Гельмгольца.

Нильс Бор, его ученики и соратники во всем мире строили свои исследования на таких физических представлениях, которые были заложены еще Максом Планком на пороге XX века. Бор неоднократно высказывал свое глубокое восхищение творцом идеи о квантах. В своей статье в планковском юбилейном сборнике в 1958 году он писал: "Развитие квантовой физики, которое в результате плодотворного сотрудничества целого поколения физиков столь углубило и расширило наши знания об атомных процессах и о строении материи, представляет собой один из интереснейших периодов в истории физики. Каждый, кто был свидетелем этого развития, все снова и снова вынужден был удивляться тому вдохновению и той

проницательности, которые привели Макса Планка к его основополагающему открытию. Я всегда буду хранить благодарные воспоминания об этом благородном и добром человеке".

Гениальная гипотеза Планка спустя четверть века благодаря трудам Нильса Бора и других выдающихся исследователей была развита в стройную теорию.

От этой "классической" квантовой теории через волновую и матричную механику долгий и нелегкий путь ведет к релятивистской "квантовой теории полей". На этом пути не только перед физиками, но и перед гносеологами вновь и вновь вставали трудные задачи. Это развитие, далеко еще не завершенное, может служить подтверждением предсказания В.И. Ленина о том, что современная физика поднимется до диалектического материализма, даже если она будет приближаться к этой цели только "ощупью, шатаясь, иногда даже задом".

Заслуживает внимания еще один момент. В своей статье в планковском юбилейном сборнике 1958 года и в сборнике, изданном в 1961 году в связи с 60-летием Вернера Гейзенберга, Нильс Бор подчеркивал значение, которое приобретает международное сотрудничество физиков для прогресса науки. "Перебирая мои воспоминания прежних лет, - писал он, - я от всего сердца хочу подчеркнуть, что шаг за шагом благодаря тесному сотрудничеству целого поколения физиков многих стран удалось наконец навести порядок в новой обширной сфере опыта". Бор добавляет: "В этот период развития физической науки, который можно сравнить с чудесным приключением, Вернеру Гейзенбергу принадлежит выдающаяся роль".

Нильс Бор и его школа положили начало новому стилю исследовательской работы в теоретической физике. Время великих мыслителей-одиночек, которое в лице Альберта Эйнштейна имело своего последнего выдающегося представителя, сегодня уже принадлежит прошлому и никогда не возвратится.

Эрвин Шрёдингер и Макс Борн

Волновая механика и матричная механика

Представления Эйнштейна о квантах света, в 1913 году послужившие отправным пунктом теории атома Бора, через десять лет снова оказали плодотворное воздействие на развитие атомной физики. Они привели к идее о "волнах материи" и тем самым заложили основу новой стадии развития квантовой теории.

В своей докторской диссертации молодой французский физик Луи де Бройль писал о необходимости использовать волновые и корпускулярные представления не только в соответствии с учением Эйнштейна в теории света, но также и в теории материи. "При этом следует полагать, - объяснял он позднее в своей прекрасной и сегодня заслуживающей внимания книге "Свет и материя", - что каждая корпускула сопровождается определенной волной и каждая волна связана с движением одной или многих корпускул".

Вследствие этого понятие "корпускула" и понятие "волна" должны применяться одновременно: к излучению так же, как и к веществу, к материи. "Электрон, - считал де Бройль, - не может более рассматриваться как простая крупинка электричества; с ним следует связать волну". Отношение между энергией движущихся частиц и частотой колебания волнового движения передается константой Планка. Она вместе с величиной движения определяет и длину волны. Как одному кванту света соответствует одна световая волна, так и частице материи должна, по мнению Луи де Бройля, соответствовать волна материи.

Эта смелая мысль о всеобщем "дуализме" частицы и волны позволила построить теорию, с помощью которой можно было охватить свойства материи и света в их единстве. Кванты света становились при этом особым моментом всеобщего строения микромира.

Первое квантовое условие Бора, которое ранее было непонятно, получило теперь простое объяснение. Загадочное количественное постоянство в модели атома неизбежно вытекало из того обстоятельства, что объем электронных орбит был, очевидно, целочисленным кратным длине волны электрона; в противном случае

идущие друг за другом волны усиливались бы посредством наложения или взаимно гасились бы.

Альберт Эйнштейн, который по рекомендации своего друга Поля Ланжевена обратил внимание на статью де Бройля "Исследования по квантовой теории", был восхищен идеями молодого французского физика. Он сообщал Максу Борну: "Ты должен ее прочитать; даже если она выглядит безумной, она все же совершенно самобытна". В своих работах Эйнштейн выступил в защиту взглядов Луи де Бройля.

О том, насколько революционизирующе подействовало на старшее поколение физиков представление о волнах материи, свидетельствует речь, с которой в 1938 году выступил Макс Планк на чествовании Луи де Бройля. Планк говорил: "Еще в 1924 году г-н Луи де Бройль изложил свои новые идеи об аналогии между движущейся материальной частицей определенной энергии и волной определенной частоты. Тогда эти идеи были настолько новы, что никто не хотел верить в их правильность, и я сам познакомился с ними только три года спустя, прослушав доклад, прочитанный профессором Крамерсом в Лейдене перед аудиторией физиков, среди которых был и наш выдающийся ученый Лоренц... Смелость этой идеи была так велика, что я сам, сказать по справедливости, только покачал головой, и я очень хорошо помню, как г-н Лоренц доверительно сказал мне тогда: "Эти молодые люди считают, что отбрасывать в сторону старые понятия в физике чрезвычайно легко!" Речь шла при этом о волнах Бройля, о соотношении неопределенностей Гейзенберга - все это для нас, стариков, было чем-то очень трудным для понимания. И вот развитие неизбежно оставило позади эти сомнения. Осенью того же 1927 года я лично познакомился с г-ном де Бройлем на 5-м Сольвеевском конгрессе в Брюсселе и был восхищен его скромностью и образованностью".

Принц Луи де Бройль, родившийся в 1892 году, потомок древнего французского аристократического рода, сейчас считается крупнейшим из ныне живущих ученых Франции.

Как и Эйнштейн, он олицетворяет собой тип естествоиспытателя-теоретика, в одиночестве размышляющего над стоящими перед ним проблемами, и в то же время он один из самых блестящих академических преподавателей среди физиков новейшего времени. Его лекции известны своей содержательностью и вместе с тем умелым распределением материала и артистически безупречным построением.

Будучи студентом, Луи де Бройль не интересовался вначале естествознанием. Он изучал историю, особенно историю права и политическую историю средневековья. Однако методы гуманитарных наук в том виде, в каком он с ними познакомился, его не удовлетворяли. Под влиянием своего старшего брата Мориса де Бройля, известного физика-экспериментатора, заслужившего признание исследованием излучения, он обратился к математике и теоретической физике. Однако у него сохранилась ярко выраженная склонность к историческим изысканиям и исследованиям.

Занятия историей своей науки никогда не были для Луи де Бройля, как для многих других крупных физиков, второстепенной деятельностью. Исторический смысл оказывался для него не случайным дополнением, а основным требованием всей его исследовательской работы. Во многих своих исследованиях де Бройль исходил непосредственно из исторических соображений. Идея о волнах материи также возникла у него в конечном счете в результате размышлений над историей оптики.

Луи де Бройль умел мастерски преподнести широчайшему кругу читателей проблемно-исторические взаимосвязи простым и понятным языком, не прибегая к претенциозным математическим формулам. История развития учения о свете была одной из его излюбленных тем. Иногда он выступал с биографическими работами о физиках прошлого. Свидетельством его уважения к гениальному французскому естествоиспытателю Андре Мари Амперу, одному из основателей электродинамики, является блестящая научная биография, написанная с законным чувством национальной гордости.

Мировая война на многие годы прервала его учебу. Долгое время студент-физик служил радистом на Эйфелевой башне в Париже. В 1920 году он смог снова приступить к исследованиям в лаборатории своего брата. Результаты этих исследований прославили его имя.

В своем нобелевском докладе в 1929 году ученый сказал, что его интерес к теоретической физике пробудил тот факт, "что структура материи и структура излучений становились все таинственней, по мере того как физику все более и более завоевывало странное понятие "квант", введенное Планком в 1900 году при исследовании черного излучения". Движущей причиной научно-исследовательской работы служит, по его мнению, также и та "святая любознательность", которую Эйнштейн рассматривал как первоисточник всех естественнонаучных и технических достижений. Луи де Бройль считал справедливым требование, предъявляемое к естествоиспытателю Шрёдингером: он должен "быть способным удивляться и быть помешанным на догадках".

Как и все глубокие, стремящиеся к открытию нового физики-мыслители, Луи де Бройль с недоверием относился к поспешным выводам. В предисловии к книге "Свет и материя" говорится: "Крушение, которое в течение каких-то десятилетий потерпели прочно обоснованные принципы и, казалось, не менее основательные выводы, показывает нам, насколько осторожным надо быть при попытке построить общие философские заключения, опираясь на прогресс науки. Тот, кто замечает, что сумма нашего незнания намного превышает сумму нашего знания, едва ли чувствует себя склонным делать слишком поспешные выводы".

Эти слова французского физика, напоминающие одно из высказываний Ф. Энгельса в "Анти-Дюринге", нельзя толковать пессимистически. Подтверждением служит заключительное замечание: "Несмотря на это, однако, можно утверждать, что прогресс квантовой физики во многих отношениях открыл перед нами совершенно новые перспективы и что направление философских учений как в близком,

так и в отдаленном будущем, несомненно, будет находиться под ее влиянием".

В одном из своих первых сочинений де Бройль требовал создания новой механики атома. Новая механика должна была иметь для старой механики такое же значение, как волновая оптика для лучевой оптики. Эту новую механику, получившую название волновой, или ундулаторной (От лат unda - волна - Прим. ред.), механики, вскоре после этого создал Эрвин Шрёдингер, который был в то время профессором теоретической физики в Цюрихском университете.

Использовав теорию соотношения волновой и лучевой оптики, разработанную в первой половине XIX века ирландским математиком Гамильтоном, Шрёдингер распространил волновое уравнение де Бройля, которое касалось движения без применения сил, на случай действия сил. Он исходил из того, что "все вообще все - является одновременно частицей и волновым полем"

Результаты своих исследований Шрёдингер весной 1926 года опубликовал под названием "Квантование как самостоятельная проблема" в виде нескольких статей в "Анналах физики". Эти работы, в которых исследователь попытался построить мост между макромеханикой и микромеханикой, содержат получившее известность дифференциальное уравнение волнового поля атома водорода, при помощи которого, по словам Планка, "волновая механика, казавшаяся ранее чем-то мистическим, сразу была поставлена на прочное основание".

"Уравнение Шрёдингера", при составлении которого Шрёдингер пользовался советами преподававшего в то время в Цюрихе крупного математика Германа Вейля, относится к числу наиболее распространенных формул в мировой литературе по физике атомного века Его классическая красота вызывала и вызывает такое же восхищение и уважение физиков-теоретиков, как в свое время максвелловская система формул электромагнитного поля. Говоря об этой системе, Людвиг Больцман приводил восторженные слова Фауста: "Начертан этот знак

не бога ли рукой?" Макс Борн, оценивая труд Шрёдингера, восклицал: "Что существует более выдающегося в теоретической физике, чем его первые шесть работ по волновой механике?"

Уже в начале апреля 1926 года, после получения сигнальных оттисков первой основополагающей статьи по волновой механике, Планк писал Шрёдингеру "Читаю Вашу статью с тем же напряжением, с каким любопытный ребенок выслушивает развязку загадки, над которой он долго мучился, и радуюсь красотам, раскрывающимся перед моими глазами". Несколько недель спустя он сообщал: "Вы можете себе представить, с каким интересом и воодушевлением я погрузился в изучение этого эпохального труда, хотя сейчас я очень медленно продвигаюсь вперед в этом своеобразном ходе мыслей" В то же время Эйнштейн писал Шрёдингеру: "Замысел Вашей работы свидетельствует о подлинной гениальности".

Эрвин Шрёдингер родился 12 августа 1887 года в Вене, "очень жизнерадостном и непринужденном городе", как сказал он в короткой речи при присуждении ему Нобелевской премии Как Рентген и Эйнштейн, он был сыном ремесленника. Отец Шрёдингера был владельцем предприятия по производству клеенки. О нем пишут, как о разносторонне образованном человеке, обладавшем ярко выраженными склонностями к естествознанию и искусству, а также немалыми познаниями в разных областях. Какое-то время он изучал химию.

Большие способности сына обнаружились сразу, как только с ним начал заниматься домашний учитель В школе Эрвин Шрёдингер также всегда был первым учеником Как и Генрих Герц, он любил все предметы без исключения: математику и физику так же, как и языки, занимавшие по количеству часов первое место в учебном заведении с гуманитарным уклоном, которое он посещал. Его очень интересовала поэзия, особенно драмы классика австрийской литературы Франца Грильпарцера. Ему претило лишь заучивание наизусть исторических фактов Склонность к естествознанию отчетливо выявилась у Шрёдингера еще в школьные годы,

так что после "матуры", как в Австрии называют выпускные экзамены, выбор профессии не составил для него затруднений.

Физик-экспериментатор Франц Экснер, товарищ студенческих лет Рентгена в Цюрихе, и физик-теоретик Фридрих Газенёрль были учителями Шрёдингера в Венском университете Газенёрль как раз в это время стал преемником Людвига Больцмана. В своей первой лекции он восторженно отозвался о трудах этого гениального физика и первопроходца современной атомистики Газенёрль был блестящим преподавателем Так как Шрёдингер, по собственному признанию, с трудом усваивает книжный материал, стимулирующее воздействие лекций было для него особенно важно Газенёрлю он был обязан, говорил он в 1929 году, становлением своей личности как ученого. При получении Нобелевской премии он сказал: "Если бы Газенёрль не погиб, то он, конечно, стоял бы теперь на моем месте".

Выдающееся дарование молодого Шрёдингера сразу же поразило его университетских товарищей. Физик-теоретик Ганс Тирринг, который позднее в течение многих лет был профессором Венского университета, так писал о своей первой встрече со Шрёдингером: "Во время зимнего семестра 1907...1908 годов я, еще новичок, посещал библиотеку математического семинара. Однажды когда в комнату вошел светловолосый студент, мой сосед толкнул меня и оказал внезапно: "Это Шрёдингер". Я никогда не слышал ранее этого имени, но уважение, с каким оно было произнесено, и взгляд коллеги произвели на меня такое впечатление, что я с самой первой встречи проникся убеждением, которое с течением времени становилось все тверже: он что-то особенное. Знакомство вскоре превратилось в дружбу, в которой Шрёдингер так же, как везде и всегда, был дающей стороной".

Школьные и университетские друзья вспоминают о будущем лауреате Нобелевской премии как о страстном путешественнике и альпинисте, который больше всего любил горы. Подобно многим жителям австрийской столицы, он был усердным посетителем венского Бург-

театра, пользовавшегося в то время мировой славой. Известные актеры, такие, как Адольф фон Зоннеталь и Йозеф Кайнц, своим вдохновенным искусством способствовали необычайному успеху спектаклей этого театра. В рукописном наследии физика был найден специальный театральный дневник его студенческих лет. Там добросовестно описана каждая постановка, которую он видел в Бург-театре, часто записи дополняются критическими замечаниями об исполнении ролей.

В 1910 году Шрёдингер получил степень доктора философии. Через год после этого он стал ассистентом Франца Экснера в Институте экспериментальной физики. В его обязанности входило проведение большого практикума по физике. Это было для него отличной школой, о которой он всегда с благодарностью вспоминал. В своей вступительной речи в Берлинской Академии наук он подчеркнул, что Экснер оказал ему чрезвычайно большую поддержку: благодаря ему он прежде всего понял, "что значит измерять".

Первая мировая война на многие годы прервала научную работу молодого физика. Находясь на австрийском южном фронте (Шрёдингер был офицером крепостной артиллерии), он в период затишья находил время следить за специальной литературой. Так, уже в 1916 году, вскоре после первой публикации Эйнштейна по основам общей теории относительности, он познакомился с этой работой. Как и для многих его коллег, система идей нового учения о гравитации первоначально казалась ему трудной для понимания. Позднее он сам активно участвовал в дальнейшем развитии положений теории относительности и в создании единой теории поля.

После перемирия Эрвин Шрёдингер возвратился к научной деятельности, сначала в Венском физическом институте. После краткой доцентуры в Иене, где он в то время был ассистентом физика-экспериментатора Макса Вина, он преподавал, правда всего лишь один семестр, в Высшей технической школе в Штутгарте и в Бреславльском университете.

Записи лекций его учителя Газенёрля служили ему основой и руководством в его преподавательской деятельности.

С 1921 года Шрёдингер работал в Цюрихском университете: он принял профессуру, которую до него занимали Эйнштейн и Лауэ. Здесь была создана волновая механика. Шесть лет спустя (в 1927 году) приобретший к тому времени известность физик получил предложение стать в Берлине преемником Макса Планка, который за год до этого был освобожден от должности.

Этому приглашению предшествовали два доклада, для чтения которых Шрёдингер во время летнего семестра 1926 года по приглашению Планка приезжал в Берлин. К этому периоду относятся несколько его писем к старейшине теоретической физики. "Буду очень благодарен Вам, г-н тайный советник, писал он в мае 1926 года, - если Вы кратко посоветуете мне, как построить свой доклад. Я имею в виду, должен ли я больше думать о присутствии в аудитории Вас, Эйнштейна и Лауэ, мысль о чем и без того подавляет меня, или ориентироваться на слушателей, далеко отстоящих от теоретической работы; неизбежным следствием будет тогда скука для вышеназванных (и многих других)".

Так как исследователь хорошо чувствовал себя в Цюрихе, где у него возникли оживленные научные контакты с математиком Вейлем и физиком Дебаем, он не мог, не раздумывая, решиться принять предложение, хотя слава Берлина как столицы физики в те годы затмевала славу любого другого крупного европейского города. Решающими в конце концов стали слова Планка, сказавшего, что он был бы рад найти в Шрёдингере своего преемника.

К этим событиям относятся стихи, которые физик записал в альбом Планка после переезда в Берлин. Запись заканчивается строками:

Из пестрых писем, долгих разговоров был суеты парад

Витиеватый. И слово, сказанное между нами,

Достойными почтения устами Как выход было. Просто: "Очень рад".

Цитируемые здесь и далее стихотворения переведены Л. Корсиковой.

"Годы в Берлинском университете относятся к самым счастливым в моей жизни", - писал он в июне 1947 года из Дублина декану математическо-естественнонаучного факультета Университета им. Гумбольдта в ответ на приглашение занять прежнее место. Шрёдингер прибавил, что он все еще чувствует себя духовно близким Берлинскому университету и постоянно имеет в виду "возможность возвращения туда даже просто в качестве пенсионера".

Это чувство близости основывалось прежде всего на том, что в одно время со Шрёдингером в Берлинском университете работали такие выдающиеся физики, как Макс Планк, Альберт Эйнштейн, Макс фон Лауэ, Вальтер Нернст и Лиза Мейтнер. Связи с известными учеными, представлявшими другие области науки, также во многом способствовали тому, что Шрёдингеру, уроженцу Вены, в научном и личном плане так по душе пришлась столица Пруссии.

"Две крупные высшие школы, имперское учебное заведение, Институт им. кайзера Вильгельма, Астрофизическая обсерватория и множество исследовательских групп в промышленности плотно населили тогда Берлин физиками первой величины. Глубокое впечатление оставляли еженедельные общие коллоквиумы, эти интимные конгрессы, где они собирались все вместе; большим удовольствием было обсуждение всех животрепещущих проблем на этом форуме". Так писал ученый позднее в автобиографических записках.

Наиболее тесно сблизился Шрёдингер в берлинские годы с Планком и Эйнштейном. Он и его жена регулярно принимали участие в домашних концертах, проходивших на квартире у Планка, хотя сам он не играл ни на одном инструменте. Эйнштейна он часто посещал на его даче в Капуте. Плавая под парусом в водах Хавеля, оба физика обсуждали вопросы своей науки. Дом Шрёдингера в Груневальде с его "вечерами венских сосисок", стал вскоре центром научного общения.

Будучи противником фашистского господства, в 1933 году Эрвин Шрёдингер оставил свое место. Он не принадлежал к тем, кто

преследовался по расовым мотивам, не выступал, подобно Эйнштейну, с политическими заявлениями, которые сделали бы невозможным его дальнейшее пребывание в Германии в тогдашних условиях. Но он ненавидел фашизм, и для него было невыносимо работать при этом варварском режиме. Так закончилось это "прекрасное время преподавания и учебы в Берлине".

После своего добровольного отъезда за границу физик сначала три года прожил в Оксфорде под предлогом научного отпуска. Оттуда он поехал в Стокгольм, чтобы получить Нобелевскую премию. В особой атмосфере богатого традициями английского университетского города австриец чувствовал себя конечно, не так уютно, поэтому он поддался уговорам своего друга и коллеги Тирринга и возвратился на родину. Он отклонил поступившее в это время приглашение в Эдинбург.

С осени 1936 года Шрёдингер преподавал в Грацском университете. Но уже два года спустя, после насильственного присоединения Австрии к гитлеровской Германии, он вновь должен был уехать за границу: на этот раз не добровольно, а спасаясь бегством, "только с одним небольшим чемоданчиком", как говорится в одном из его писем. С 1 сентября 1938 года он был на неопределенный срок освобожден со своего поста и должен был опасаться запрета на выезд за рубеж.

Через Италию и Швейцарию исследователь направился сначала снова в Оксфорд, а оттуда после недолгого чтения лекций в качестве профессора-гостя в Бельгии - в Ирландию. В Институте высших исследований, который в основном был создан для него по ходатайству математика и тогдашнего премьер-министра Ирландии де Валера, он занял положение, подобное положению Эйнштейна в Принстоне, и приступил к деятельности, которая его полностью удовлетворяла.

Семнадцать лет, ни на что не отвлекаясь, он посвятил исключительно исследовательской работе, занимаясь не только дальнейшей

отработкой волновой механики, но также и многими другими проблемами, в том числе вопросами космологии и набросками единой теории поля, над созданием которой безуспешно работал и Эйнштейн. На ежегодно организуемые Шрёдингером в Дублине "летние школы", своего рода коллоквиумы, приезжали коллеги из многих стран для того, чтобы обсудить здесь новейшие проблемы.

На семидесятом году жизни (в 1956 году) австрийский ученый возвратился в свой родной город. В Физическом институте Венского университета он получил персональную кафедру. Однако, едва поправившись после тяжелой болезни, он вновь тяжело заболел и 4 января 1961 года скончался.

За несколько недель до смерти он в обычной своей темпераментной манере вступил в схватку с Максом Борном по вопросам квантовой механики. "Ты, Максик, - говорится в одном из его последних писем, - знаешь, как я тебя люблю, и здесь ничего нельзя изменить. Но да будет мне позволено устроить тебе хорошую головомойку. Значит, слушай..." Борн заметил по этому поводу: "Так было всегда за долгие годы нашей переписки: некоторая смесь грубости и сердечности; острейший обмен мнениями, но никогда - чувства обиды".

Первое сообщение Шрёдингера в марте 1926 года содержит решающее дополнение к теории де Бройля, позволившее математически рассчитать воздействие отдельных атомов и групп атомов на электронные пучки. Шрёдингер сообщал также о возможностях применения его волнового уравнения в практике эксперимента. Американские физики-экспериментаторы Дэвиссон и Джермер, увлекшись его теорией и руководствуясь его указаниями, попытались обнаружить у электронных пучков явления, подобные тем, которые предсказал Лауэ, наблюдая преломление рентгеновских лучей в кристаллах. Им удалось найти эти явления. К такому же результату пришел и англичанин Дж.П. Томсон.

Открытие интерференции электронных пучков, которое стало известно примерно через

год после появления первых работ Шрёдингера, явилось для физиков всего мира очевидным экспериментальным подтверждением волнового характера потока частиц и решительным и важным доказательством правильности взглядов де Бройля и Шрёдингера. "Итак, теперь эта идея проникла в физику и занимает выдающееся место среди различных теорий", - заметил в 1938 году Планк по поводу волновой механики.

Математические разработки Шрёдингера имели для гениально предугаданных де Бройлем волн материи такое же значение, какое имели уравнения поля Максвелла для силовых линий Фарадея. Шрёдингер оперировал при этом строго классическими методами и пользовался наглядными представлениями, которым физики доверяли и которые были доступны пониманию: обстоятельство, в немалой степени способствовавшее быстрому признанию волновой механики.

То, что волновая механика вела к правильным решениям в тех случаях, когда отказывала старая теория Бора, говорило в ее пользу и способствовало ее распространению. Однако, как показал Гейзенберг, "популярная наглядность волновой механики" имела свои недостатки: она уводила в сторону от того направления, которое определялось, с одной стороны, работами Эйнштейна и де Бройля, а с другой - плодотворностью школы Бора.

Шрёдингер пытался обосновать квантовую теорию, односторонне отказавшись от дуализма корпускулы и волны, опираясь только на представление о волне и совершенно отбросив понятие "частица": идея в корне антиатомистическая и тем более удивительная, что принадлежит она духовному ученику и пламенному почитателю Больцмана.

Шрёдингер рассматривал электрон только как своего рода зарядную волну вокруг атомного ядра, которое само является какой-то волной, и попытался обойтись совсем без электрона как частицы. В своем нобелевском докладе он заявил, что атом является "в действительности не чем иным, как феноменом преломления

электронной волны, до некоторой степени пойманной атомным ядром". Корпускулы - это, по его мнению, простые "группы волн", или "пакеты волн", которые симулируют движение частиц.

Эти взгляды не соответствовали действительности. Любой счетчик Гейгера и любая камера Вильсона опровергали их. Волны материи, которые первоначально представлялись как наглядно-реальные волновые процессы по типу стоячих волн акустики, приняли абстрактно-математический облик и получили благодаря Борну в конце концов более символическое значение как "волны вероятности". Однако ход мысли Шрёдингера имел глубоко истинное содержание, и потому он оказался полезным для отыскания новых фактов природы.

Открытие Дэвиссоном и Джермером дифракции электронных пучков в кристаллах - это только самый первый пример такого рода. Еще более важным было открытие новых элементарных частиц, существование которых могло быть предсказано на основе системы формул развитой волновой механики, и разгадка в последующие годы многих вопросов, связанных с изучением электрических проводников и полупроводников.

Волновая механика в своей нерелятивистской, неприменимой к свету форме, как она изложена в классических трудах Эрвина Шрёдингера, кажется нам сегодня особенно наглядной иллюстрацией к словам Луи де Бройля: "Мы никогда не должны забывать (история наук это доказывает), что каждый успех нашего познания ставит больше проблем, чем решает, и что в этой области каждая новая открытая земля позволяет предполагать о существовании еще не известных нам необъятных континентов". Шрёдингер сам первый признал и показал, что волновая механика с формально-математической точки зрения полностью равноправна с другими формами квантовой теории, которые в это же время или незадолго до этого были разработаны на основе идей Гейзенберга Борном, Иорданом и Гейзенбергом в Гёттингене и Дираком в Кембридже. Шрёдингера отнюдь не радовала эта равноценность его волновой механики со столь

антипатичными ему статистическими теориями; но логика вещей принудила его признать это.

Гёттингенская и кембриджская формы квантовой механики отличаются коренным образом по исходным положениям и по применяемым методам от волновой механики Шрёдингера, однако они ведут к одинаковым результатам. Так как использованные Шрёдингером частные дифференциальные уравнения были более понятны физикам и более легки в употреблении, чем непривычный еще метод матричного расчета, то новая теория в том виде, какой ей придал Шрёдингер, практически получила всеобщее признание. Этому способствовало еще и то, что в ней сохранились неизменными классические геометрические представления о пространстве и времени "Волновая механика пользовалась значительно большей популярностью, чем гёттингенская или кембриджская формы квантовой механики", - сказал в 1954 году в своем нобелевском докладе Макс Борн.

Доказательство математической равноценности волновой механики и матричной механики стало вехой в дальнейшем развитии всей квантовой физики. Совпадение по результатам двух коренным образом отличающихся друг от друга систем объяснения показало физикам, что теоретическое исследование шло по верному пути. И хотя вскоре возникли новые трудности, они обусловливались запутанной природой рассматриваемых явлений.

Несмотря на им самим доказанную эквивалентность обоих объяснений квантовых феноменов, Шрёдингер упорно противился тому, чтобы признать удовлетворительным и исчерпывающим статистическое объяснение квантовой теории, математически разработанное в первую очередь Борном и Гейзенбергом. Уже во время его визита в Копенгаген осенью 1926 года дело дошло до длительных и эмоционально насыщенных споров между Шрёдингером и Бором, в которых, по свидетельству Гейзенберга, "в мельчайших подробностях неумолимо

обсуждались самые значительные трудности теории атома и вовремя которых Бор не успокаивался прежде, чем проблема не раскрывалась до конца".

Как страстный сторонник идеи непрерывности Шрёдингер испытывал непреодолимую антипатию к "скачкам квантов" Он стремился устранить это обоснованное Бором представление, которое казалось ему ужасным. Во время одной из своих бесед с Бором Шрёдингер воскликнул в отчаянии: "Если мы собираемся сохранить эти проклятые квантовые скачки, то я вообще сожалею, что имел дело с атомной физикой!" Бор ответил ему "Зато остальные весьма признательны Вам за это, ведь благодаря Вам был сделан решающий шаг вперед в развитии атомной теории" Четверть века спустя Шрёдингер в одном из своих сочинений заявит, что скачки квантов казались ему "год от года все более неприемлемыми".

Наряду с Альбертом Эйнштейном и Максом фон Лауэ Эрвин Шрёдингер принадлежал к тем великим физикам-мыслителям последних десятилетий, которые до конца своей жизни не могли примириться со статистическим толкованием квантовой механики. Он надеялся, что появится какая-нибудь возможность возвратиться в субатомной сфере к классической физике с ее безусловной естественной необходимостью и ее наглядными представлениями Шрёдингер не соглашался с тем, что в мире квантов существует только закон вероятности и что здесь вопрос об объективной реальности должен ставиться иначе, чем в мире больших тел Его переписка с Планком, Эйнштейном и Лоренцом по вопросам квантовой механики отчетливо свидетельствует о его предубеждении по отношению к взглядам копенгагенской школы.

Исследовательская работа ученого по физике не ограничивалась вопросами квантовой теории и теории относительности.

Вначале он работал (также и экспериментально) преимущественно над проблемами учения о теплоте, и особенно над теорией специфической теплоты. Позднее он

много занимался вопросами учения о цвете, прежде всего цветовым зрением и измерением цвета. О том, как настойчиво и самостоятельно он размышлял о применении результатов исследований по квантовой физике к биологическим явлениям, свидетельствует его широко распространенная книжка "Что такое жизнь?", в которой он, как говорится в подзаголовке, рассматривал живую клетку глазами физика.

Хотя Шрёдингер, конечно, не был философом в строгом смысле слова, однако он был физиком, проявляющим интерес к теории познания, и, по выражению Гейзенберга, был "вполне философским умом".

В работе "Дух и материя" он рассматривал такие основные философские вопросы, как связь сознания и мозга или соотношение естествознания и религии. В книге "Мое мировоззрение", которая вышла после его смерти, но к печати была подготовлена еще им самим, ученый дал прекрасное, также и в языковом отношении, изображение своих теоретико-познавательных воззрений в их совокупности.

Своими философскими наставниками Шрёдингер называл среди других Спинозу, Шопенгауэра и Маха. В некоторых существенных точках его философия соприкасается с воззрениями крупного английского философа и борца за мир Бертрана Рассела, с которым он неоднократно встречался в Лондоне во время своего пребывания в Англии и личность которого произвела на него глубокое впечатление.

Мировоззрение австрийского физика в основных чертах оформилось сравнительно рано; позднее он углублял и развивал только некоторые его аспекты. Проблема реальности внешнего мира, которую постоянно обсуждали Планк и Эйнштейн, играла важную роль и в философских высказываниях Шрёдингера. Понятие внешнего мира в общепринятой форме казалась ему "удобным, но несколько наивным". По его мнению, следовало бы лучше говорить о "реальном мире предметов", чем о внешнем мире, так как и "собственное тело" принадлежит к

этому миру.

Высказывания Шрёдингера о роли языка при решении теоретико-познавательных проблем являются следствием присущего ему духа творческого сомнения, который неизменно обнаруживал свою плодотворность в истории естествознания. Он настойчиво подчеркивал необходимость тщательной критики языка, поступая в данном случае в полном соответствии со взглядами Нильса Бора. Его замечания о псевдопроблемах в философии еще долго будут оставаться актуальными.

Историю развития отношений между естествознанием и церковью Шрёдингер охарактеризовал кратко и метко: "В течение многих веков порабощаемое самым постыдным образом церковью естествознание восстало и с сознанием своего святого права, своей божественной миссии, исполненное ненависти, нанесло увесистый удар старой мучительнице, не принимая во внимание то, что она, хотя и в недостаточной форме, даже забывая о своем долге, все же была единственной избранной хранительницей самого святого достояния отцов".

Он писал об атеизме в естествознании: "Богу как личности нет места в картине мира, которая стала доступной нашему пониманию ценой удаления из нее всего личностного. Мы знаем, что если мы ощущаем бога, то он есть точно такое же реальное ощущение, как и непосредственное чувственное ощущение, как собственная личность. Как таковая, он должен отсутствовать в пространственно-временной картине. "Я не нахожу бога в пространстве и времена", - так говорит честный естествоиспытатель-мыслитель, и за это подвергается гонениям со стороны тех, в катехизисе которых, однако, говорится: "Бог есть дух"".

Среди сочинений Эрвина Шрёдингера, предназначенных для широкого круга читателей, наряду с лекциями "Естествознание и гуманизм" и небольшим сборником "Что такое закон природы?" следует назвать книгу "Природа и греки". В ней физик обосновывает необходимость определенного "возврата к мышлению древних".

В соответствии с мнением Гейзенберга, утверждавшего, что вопросы, поставленные греческими мыслителями, еще не утратили своего значения для современного естествознания, Шрёдингер доказывал, что древнегреческая философия, особенно философия досократиков, еще и сегодня может во многом служить образцом.

О материалистических натурфилософах-досократиках он писал: "Они освободились от суеверия. Они рассматривали мир как довольно сложный механизм, действующий по вечным, ему присущим законам, которые они жадно пытались найти. Это и стало основной установкой естествознания вплоть до сегодняшнего дня, вошло в нашу плоть и кровь, и мы забыли, что кто-то некогда открыл и сделал это рабочей программой".

Языку своих докладов и печатных работ Шрёдингер уделял очень большое внимание. Как Луи де Бройль и Нильс Бор, он вкладывал много сил и старания в изложение своих мыслей. Обладая ярко выраженным художественным дарованием, он пробовал свои силы в искусстве слова, выступая и как лирик исключительное явление в истории естествознания. Еще во время своего пребывания в Ирландии (в 1949 году) он опубликовал в одном из западногерманских издательств томик - "Стихотворения".

Этот маленький сборник наряду с его собственными стихами на немецком и английском языках содержит также переводы английской лирики. Созвучие с поэтикой Рильке, Георге и Трак-ля, земляка и сверстника физика, несомненно. Однако стихи Шрёдингера звучат самобытно. Вот одно из них:

Последним соком сладостным налит
на склоне виноград, он цветом - томный взор
Как в августе жжет солнце и палит,
в лазури растопив холодный ветер гор.
Пурпурный ягод жар к себе влечет.
Пригубь последний дар кистей тугих.
Бродящий солнца сок по жилам потечет,
отрада есть в нем для тебя и для других.
Ведь к своему линялому исходу
клонится спелый год. А ночь несет мороз,

и облака высоко, и к восходу
покроет иней сеть прелестных лоз.
А вот маленькое любовное стихотворение:
Святая пред тобою колени склоняю
от тебя принимаю
дыханье мира.
Твой я.
Коль по нраву кумиру
нить порву бытия.

Исследования Эрвина Шрёдингера по атомной физике, несмотря на их ограниченность, оказались очень плодотворными. В своем ходатайстве об избрании создателя волновой механики в Берлинскую Академию наук Макс Планк в ноябре 1928 года писал, что уравнение Шрёдингера дало новые ценные математические методы расчета квантов и одновременно открыло новые перспективы в физике, которые имеют решающее значение для дальнейшего развития квантовой теории и разработка которых возможна в различных направлениях.

Правда, сторонники квантовой механики быстро ушли вперед от первоначальных представлений Шрёдингера. К их числу принадлежит и английский физик-атомщик, лауреат Нобелевской премии Поль Дирак, один из значительнейших теоретиков в физике нашего времени. Он применил принципы специальной теории относительности к квантовой механике и создал волновую механику электрона на релятивистской основе.

Квантовая электродинамика, разработанная в основном Дираком, Ферми, Паули и Гейзенбергом, явила собой предварительное завершение начатого Луи де Бройлем и Шрёдингером теоретического исследования мира атома. Тем самым была создана теория, которая позволяет правильно описать все атомные явления, присущие электронной оболочке. Квантовую теорию ядерных сил создал в 1935 году японский физик Юкава.

В релятивистской квантовой теории, называемой также "квантовая теория полей", слились воедино классическое понятие частицы с классическим понятием поля. Частицы являются квантами поля. Квантованное поле - это источник

частиц и взаимодействия, устанавливающегося между ними. Это учение представляет собой большой прогресс с точки зрения не только физики, но и теории познания. Оно является дальнейшим шагом в направлении более глубокого понимания диалектики микромира.

Для физической картины природы особенно важны были те работы, которые вели к открытию "античастиц". Они выросли на основе положений квантовой механики. В последние годы в этой области достигнуты новые неожиданные результаты, заставляющие пересмотреть ряд естественнонаучных теорий, особенно в космической физике, и совершенно по-новому поставить часть старых вопросов.

Теория электрической проводимости полупроводников также возникла на фундаменте волновой теории, созданной Шрёдингером. Одним из результатов этих исследований было получение таких полупроводников, без которых невозможно было бы построить солнечные батареи спутников, лунников и т.д. "По иронии судьбы, - говорил Тирринг, - Шрёдингеру приходилось неоднократно возмущаться неудобствами, которые создавали в местах отдыха громко ревущие радиоустановки, хотя развитие транзисторных приемников стимулировалось именно теорией полупроводников, которая в конечном счете была основана на его волновой механике".

Ганс Тирринг, который сам принадлежит к числу физиков, сознающих гуманистический долг ученого перед обществом, писал далее: "Эта связь особенно отчетливо проявляется на примере эпохального открытия Отто Ганом расщепления ядра. Многие естественнонаучные открытия рано или поздно каким-либо образом воздействуют на жизнь человеческого общества. Этот пример должен послужить подтверждением необходимости давать человечеству не только новые инструменты и оружие, но и учить его мудрому использованию этих могущественных инструментов".

В отличие от Эрвина Шрёдингера, который был непримиримым и последовательным

антифашистом, но не принимал активного участия в политике, Макс Борн принадлежал к тем ученым, которые непоколебимо и страстно стремятся к действенному служению общественному долгу естествоиспытателя.

Макс Борн был крупным физиком-теоретиком, вел большую исследовательскую и преподавательскую деятельность. В годы своего пребывания в Гёттингене он вместе с Джеймсом Франком возглавил блестящую школу атомной физики, влияние которой испытали на себе физики многих стран. Несмотря на это, только в возрасте 72 лет он был удостоен высшей научной награды - Нобелевской премии, которую многие его ученики и сотрудники получили гораздо раньше, чем он.

Это не удивительно, и сам Борн называет причины. "Работы, за которые мне в 1954 году была присуждена Нобелевская премия, - говорил он, - не содержали открытия какого-то нового явления в природе, а были обоснованием нового способа рассмотрения явлений природы".

В этом заключается главная научная заслуга Борна. Однако он известен и как исследователь новых явлений природы. Его работы в области теоретической оптики, особенно исследования по теории кристаллических решеток, не менее известны в среде специалистов, чем его интерпретация квантового феномена с точки зрения теории вероятности. Его учебник оптики относится к образцовым произведениям мировой литературы по физике. "Твои работы и книги написаны просто и прекрасно, они не устареют, - заметил Джеймс Франк в своем приветствии по случаю 80-летия Борна. - Я думаю, нет более совершенной книги по оптике, чем твоя".

Макс Борн родился 11 декабря 1882 года в Бреслау в семье ученого. Его отец был профессором анатомии и физиологии медицинского факультета университета в Бреслау, мать была дочерью фабриканта. В начальной школе и гимназии Борн ничем не выделялся. Его успехи по математике также были средними. Позднее он вспоминал, что в школе его считали "плохим математиком".

Сфера интересов Борна в университете, где

он начал учиться в 1901 году, была очень широка. Больше всего он занимался астрономией, математикой же и физикой вначале интересовался как второстепенными предметами. Разбирался он также в биологии и философии. Его отец, умерший незадолго до этого, советовал ему слушать лекции по различным предметам, прежде чем остановиться на какой-либо определенной специальности.

"В Германии в то время это было возможно благодаря полной академической свободе в университетах, - писал Борн в 1955 году в своих "Астрономических воспоминаниях". - Большинство предметов не имело определенной программы, не существовало ни надзора за посещаемостью, ни экзаменов, за исключением выпускных. Каждый студент мог выбирать себе те лекции, которые нравились ему больше всего; он сам отвечал за то, чтобы к выпускным экзаменам получить сумму знаний, которая давала бы право заниматься определенной профессией или право на докторскую степень. Таким образом, на первый год я составил себе довольно смешанную программу, включающую физику, химию, зоологию, философию и логику, математику и астрономию. В школе я никогда не увлекался математикой, но в университете единственными лекциями, которые действительно доставляли мне радость, были лекции по математике и астрономии".

Особенно сильное впечатление производили на молодого, еще не нашедшего себя человека практические занятия астронома Юлиуса Франца, известного исследователя Луны, который, как писал Борн, лунную поверхность "знал лучше, чем географию нашей собственной планеты". У Франца он научился аккуратному обращению с инструментами, точным наблюдениям, исключению ошибок наблюдения и точным численным расчетам, то есть "всему арсеналу ученого-измерителя". Это была, как он говорил, "суровая школа точности", которая "давала ощущение твердой почвы под ногами".

Астрономическая подготовка имела большое значение для будущего физика и в ином плане. "Все оборудование этой обсерватории было

устаревшим и скорее романтичным, чем эффективным, - писал он дальше. - Там имелось несколько старых телескопов времен Валленштейна, подобных тем, которыми пользовался Кеплер. Мы не имели электрического хронографа, но должны были учиться наблюдать за звездами, которые пересекали нити в поле зрения, считая удары больших часов и оценивая десятые доли секунды. Это была очень хорошая школа наблюдения, и вдобавок она имела привлекательность старого романтического искусства".

Из лекций по математике особенно важными для будущего оказались лекции по матричному счислению, которые он слушал у Якоба Розанеса. Они дали Борну первое представление об алгебраическом методе высшей математики, который имеет дело не с отдельными числами, а со множеством чисел и функций одновременно, расположенных в прямоугольной, составленной из строк и колонок схеме-матрице.

Матричное счисление было в то время принадлежностью лишь чистой математики. В естествознании оно еще не использовалось. Поэтому большинству физиков оно было незнакомо. Дело обстояло точно так же, как с неевклидовой геометрией Римана, которая до релятивистского учения Эйнштейна о гравитации была чисто умозрительным построением, занимавшим только математиков. Но подобно тому, как геометрия Римана в 1915 году неожиданно получила благодаря Эйнштейну космологическое значение, матричное счисление спустя десять лет благодаря Борну приобрело огромное значение для микрофизики.

Свой первоначальный план стать астрономом юный студент вскоре оставил, так как его не удовлетворяла вычислительная астрономия, единственная, которой обучали в Бреслау. Он посещал также другие высшие школы.

"В тот период, - писал Борн в своих воспоминаниях, - немецкие студенты (обычно по различным мотивам) переходили из одного университета в другой. Иногда их привлекали знаменитые профессора или хорошо

оборудованные лаборатории; в других случаях - красоты города, его музеи, концерты, театры, зимний спорт, карнавалы и вообще веселая жизнь. Так я провел два летних семестра в Гейдельберге и Цюрихе, возвращаясь на зиму в мой родной университет".

Во время своего гейдельбергского семестра Макс Борн слушал лекции математика Лео Кёнигсбергера, который, правда, более известен в истории науки своей трехтомной документальной биографией Гельмгольца, чем своими заслугами в математике. К этому периоду относится и зарождение дружбы Борна с Джеймсом Франком, в это же время начинавшим в Гейдельберге свое обучение. В статье, написанной по случаю дня рождения Борна, Франк вспоминал о тех временах, когда "более 60 лет назад" он познакомился с Борном в первые дни своего первого семестра у Кёнигсбергера.

"Ты сразу произвел на меня большое впечатление, дорогой Макс, говорится в поздравлении Франка. - Передо мной был молодой человек одного со мной возраста. Но за его плечами было уже два семестра учебы, в то время как я из-за моей мечтательности вынужден был еще год заниматься повторением школьного курса; он знал, чего хотел, был во всех отношениях более зрелым, чем я, и уже считался отличным математиком. Все это не помешало нам, однако, вскоре стать друзьями. Было ли это следствием того, что он почувствовал во мне такое же стремление к изучению законов природы, которые испытывал сам? Или следствием его ума и доброты, с которыми он наблюдал, слегка забавляясь, но с неподдельным интересом за моими попытками сориентироваться? Или же нас привлекали друг в друге наши различия?"

В следующем летнем семестре в Цюрихе Борна, по его собственным словам, особенно увлекли лекции математика Адольфа Гурвица, который за несколько лет до этого был учителем Эйнштейна и в последний момент отказал своему ученику в освободившемся месте ассистента, чем очень оскорбил Эйнштейна. Сейчас мы можем

сказать - к счастью, для будущего создателя теории относительности.

Однако решающим для развития Борна как ученого было обучение в Гёттингене, куда он направился следующей весной. В этом городе, "прославившемся своими колбасами и университетом", как говорится в "Путешествии по Гарцу" Гейне, Борн закончил свое образование.

В Гёттингене он встретил знаменитого математика Давида Гильберта, который находился в зените своей научной славы. Учителями Борна были и "великий Феликс", как студенты называли математика Феликса Клейна, и Герман Минковский, лекции которого в Цюрихе прилежно пропускал Эйнштейн. "Из трех великих: Феликса Клейна, Давида Гильберта и Германа Минковского, Клейн интересовал меня меньше всего, Гильберт - больше всего", - говорил Борн позднее Через год после своего прибытия в Геттинген он стал приват-ассистентом Гильберта: свидетельство того, что начинающий физик уже тогда имел выдающиеся математические познания и навыки.

Склонность Макса Борна к астрономии получила в Гёттингене новую пищу. Карл Шварцшильд, который в дальнейшем приобрел известность как руководитель Астрофизической обсерватории в Потсдаме (его именем названа сейчас обсерватория в Таутенбурге под Йеной), возглавлял тогда Гёттингенскую обсерваторию, в которой в свое время несколько десятилетий работал Гаусс. В свои 30 лет Шварцшильд был одним из самых молодых профессоров университета.

"Я присоединился к его астрофизическому семинару, - сообщал Макс Борн, - и был впервые введен в современные проблемы астрономии. Мы обсуждали среди прочих и вопрос об атмосферах планет, и мне пришлось делать доклад об утечке газа в межзвездное пространство из-за диффузии, происходящей вопреки силе тяжести. Так что я был вынужден заняться тщательным изучением кинетической теории газов, которая тогда, в 1904 году, не была систематической частью программы по физике. Но это не единственный предмет, с которым я

познакомился благодаря обучению у Шварцшильда".

Известный астрофизик, скончавшийся во время первой мировой войны (Эйнштейн посвятил его памяти взволнованную речь), не ограничивался в своих исследованиях узкой специальностью. Ему принадлежат классические работы и по геометрической оптике. Молодой Борн многому мог научиться у Шварцшильда, и позднее он всегда с благодарностью вспоминал об этом великолепном учителе, который, по его словам, так сильно отличался "от обычного типа величественных бородатых немецких ученых того времени". Пристальный интерес вызывали у него лекции по оптике Вольдемара Фойгта, последователем которого он стал спустя два десятилетия.

За работу в области теории упругости (эта работа была по ходатайству Феликса Клейна отмечена премией философского факультета университета) Макс Борн получал в январе 1907 года степень доктора философии. Его диссертация (которая также была удостоена премии) называлась "Исследование устойчивости упругих линий на плоскости и в пространстве в различных краевых условиях". Экспериментальную часть исследования он провел в своей студенческой комнате при помощи простых, им же самим построенных аппаратов. Тогда это еще было возможно Впервые при этом Борн ощутил "удовлетворение и радость" от совпадения теории и измерений.

Весной 1907 года молодой доктор на многие месяцы отправился в Кембридж в Англию для того, "чтобы узнать что-нибудь об электроне из первоисточника". В Кавендишской лаборатории он слушал лекции Дж.Дж. Томсона и Дж. Лармора. Крупный исследователь атома Томсон произвел на нега сильное впечатление своими "удивительными экспериментами". Лекции Лармора дали ему меньше, и не только потому, что ирландское произношение ученого затрудняло понимание.

Осенью 1907 года Макс Борн возвратился в свой родной город. Он стремился еще более основательно заняться экспериментальными

работами под руководством физиков-экспериментаторов Отто Луммера и Эрнста Прингсгейма. В 90-х годах в Берлине они осуществили измерения черного излучения, способствовавшие открытию Планком элементарного кванта действия, и незадолго до этого стали преподавать в Бреслау. "Мои попытки учиться экспериментировать у Луммера и Прингсгейма, - писал Борн в автобиографическом введении к своим избранным статьям, - были не очень успешными, а после наводнения, происшедшего в моем кабинете по моей же небрежности, они приостановились".

Еще в Гёттингене Борн на семинарах Минковского познакомился с представлениями, которые были разработаны Фитцджеральдом, Лоренцем, Пуанкаре и другими теоретиками по вопросу электродинамики движущихся тел. Он был знаком также и с преобразованиями Лоренца. Работы Эйнштейна были тогда еще неизвестны. Его внимание привлек к ним только в Бреслау его знакомый польский физик. Борн воспринял идеи Эйнштейна "как откровение".

Рукопись статьи, написанной под влиянием публикаций Эйнштейна о принципе относительности и рассматривавшей релятивистскую теорию движения электронов, Борн послал Минковскому. Математик пригласил его приехать, чтобы помочь ему в исследованиях по теории относительности.

В конце 1908 года Борн снова отправился в Геттинген. К сожалению, вскоре, в начале 1909 года, Минковский после непродолжительной болезни скончался в возрасте 44 лет. Его молодому сотруднику пришлось просматривать научное наследие, завершать и готовить к печати его незаконченную работу. За статью, для работы над которой его пригласил Минковский, Борн осенью 1909 года получил право преподавания теоретической физики. В своем конкурсном докладе на получение доцентуры он рассматривал предложенную Томсоном модель атома.

Летом 1912 года гёттингенский приват-доцент отправился в Соединенные Штаты Америки по приглашению известного физика-

экспериментатора Майкельсона, первого американского лауреата Нобелевской премии по физике. В Чикагском университете Борн читал лекции по теории относительности. Одновременно он имел возможность работать в лаборатории Майкельсона.

После своего возвращения из США Борн начал создавать единую физику кристаллов на атомистической основе. При этом он исходил из эйнштейновской теории специфической теплоты. Ссылаясь на работы фон Лауэ и Дебая, он рассматривал вопрос о собственных колебаниях пространственной решетки кристалла. Этому была посвящена его первая большая книга "Динамика кристаллических решеток", где он попытался вывести упругостные и электрические свойства кристаллов из атомного строения их решеток.

Еще до того, как вышла эта работа, Берлинский университет по предложению Планка пригласил высокоодаренного молодого ученого на должность экстраординарного профессора теоретической физики. Обосновывая приглашение, Планк указал на настоятельную необходимость привлечения свежих сил к преподаванию по этой специальности и заявил, что факультет не может предложить никого более достойного, чем приват-доцент из Гёттингена доктор Борн. Письмо Планка свидетельствует о том, насколько точно оценивал великий учитель молодую научную поросль.

Планк писал: "Д-р Борн является ясно мыслящим, знающим, всей душой преданным своей науке и ее прогрессу физиком-теоретиком, он обладает также всеми необходимыми для чтения лекций и для общения со студентами качествами. Он столь блистательным образом удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к личности нового экстраординария, что факультет в данном случае очень охотно использует первое назначение на недавно созданную кафедру и предлагает эту единственную кандидатуру".

С 1915 по 1919 год Макс Борн работал в Берлинском университете. Как и большинство его более молодых коллег-физиков, он получил

задание военного руководства. Будучи офицером, он работал при испытательной артиллерийской комиссии в Берлине над созданием метода измерения звука, который должен был позволять определять место установки вражеских пушек быстрее и надежнее, чем это было возможно с помощью известных до того средств. Находясь на этом посту, Борн имел возможность продолжить свои исследования.

"После того как я утвердился в военном ведомстве, - рассказывал он, - я нашел время для того, чтобы снова начать свою научную работу. В моем письменном столе имелось два выдвижных ящика, один был полон бумаг по звукометрии, в области которой я работал вместе с десятком других военнообязанных физиков, а в другом лежали мои собственные исследования". Его коллеги-физики поступали точно так же. "Мы были совершенно гарантированы от того, - заметил Борн, - чтобы наш майор заметил различие между акустическими формулами по звукометрическим методам и другими нашими иероглифами".

Во время пребывания в Берлине Борн часто встречался с Эйнштейном. Впервые он увидел его в 1909 году на собрании естествоиспытателей в Зальцбурге, где Эйнштейн говорил о квантовой гипотезе света, а сам он делал доклад о динамике электрона в духе принципа относительности. И вот теперь он встречал его почти ежедневно, так как квартира Эйнштейна находилась недалеко от места службы Борна. Эйнштейн часто посещал своего коллегу, который был блестящим пианистом, чтобы помузицировать вместе с ним.

"В свой первый визит к нам, - писал Борн в "Воспоминаниях об Эйнштейне", - Эйнштейн принес скрипку, чтобы вместе со мной сыграть сонату. Мою жену, которую он не знал, он приветствовал словами: "Я слышал, что у вас только что родился ребенок". Потом он снял фальшивые манжеты, бросил их в угол и стал наигрывать на скрипке. Его любимым композитором был тогда Гайдн".

В качестве гостя Борн принимал также участие в совещаниях интеллигентов, на которых

обсуждались злободневные политические вопросы. "К концу войны, - сообщал он, - ряд выдающихся людей, среди которых был историк Дельбрюк, экономист Брентано, Эйнштейн и другие, организовали собрание, на которое пригласили высших чиновников министерства иностранных дел. На обсуждение был поставлен вопрос о военных действиях подводных лодок, неограниченного расширения которых требовал главный военный штаб, что неминуемо должно было привести к вступлению в войну Америки. Эйнштейн уговаривал меня принять участие в этом собрании, чего я как офицер, в сущности, не имел права делать. Среди них я был самым молодым и никогда не раскрывал рта... Эти попытки воздействовать на военных руководителей не принесли ничего, и события шли своим чередом".

В бурные ноябрьские дни 1918 года Борн вместе с Вертгеймером, одним из основателей гештальтпсихологии, по просьбе Эйнштейна выступил в роли посредника. Революционные студенты арестовали ректора Берлинского университета и некоторых реакционных профессоров. Так как Эйнштейн пользовался особым уважением и любовью студентов, руководство университета попросило его о помощи. Борн и Вертгеймер сопровождали Эйнштейна.

После того как три профессора тщетно обращались к "Совету студентов", который заседал в здании рейхстага, они отправились в "Совет народных уполномоченных", чтобы там содействовать освобождению ректора и других профессоров. "Слишком долго описывать, - писал Борн, - как мы добирались до Вильгельмштрассе и дворца рейхсканцлера, где возбужденные группы депутатов и служащих обсуждали внутреннее положение и только что объявленные условия перемирия. Поскольку Эйнштейна знали, двери перед ним открывались мы пробрались к Эберту и изложили ему свою просьбу. А затем начался бесконечный обратный путь Но игра стоила свеч".

Общение с Эйнштейном, по словам Борна, было счастьем, так как нельзя было не

почувствовать его полной независимости от собственного "Я". Как-то, когда Эйнштейн тяжело заболел и жена Борна спросила его, не боится ли он смерти, он сказал. "Я чувствую себя настолько солидарным со всем живущим, что для меня безразлично, где начинается и где кончается отдельное". Борн считал берлинские годы самыми памятными в своей жизни, потому что он был так близок тогда с Эйнштейном и Планком.

Весной 1919 года Борн в качестве ординарного профессора прибыл в университет во Франкфурте-на-Майне. Там он должен был принять кафедру Лауэ, который в свою очередь переехал в Берлин. Этот "обмен" состоялся по желанию Лауэ, стремившегося возвратиться в университет, где он начал свою научную деятельность, чтобы работать с Максом Планком.

Когда осенью 1919 года после опубликования результатов английской экспедиции, наблюдавшей солнечное затмение, начался "эйнштейновский бум" и враждебные нападки на создателя теории относительности, Борн во "Франкфуртер цайтунг" ответил на это несколькими довольно резкими статьями. Эти статьи и доклады по теории относительности год спустя легли в основу общедоступного изложения учения Эйнштейна. Книга сразу же выдержала несколько изданий.

Во Франкфурте, где в его распоряжении была лаборатория, Борн провел и возглавил несколько экспериментальных исследований. Особо следует отметить его работу по непосредственному измерению длины свободного пути нейтральных атомов. Однако самыми известными были исследования, которые проводил Отто Штерн, приват-доцент и ассистент Борна совместно с Вальтером Герлахом, ассистентом Института экспериментальной физики. Это были те знаменитые опыты с молекулярными пучками, которые блестяще подтвердили основной вывод квантовой теории: направленную квантованность атомов в магнитном поле За результаты своих исследований Штерн, который был вынужден в 1933 гору оставить кафедру в Гамбурге и переселиться в США, в 1943 году получил Нобелевскую премию по физике.

В 1921 году Макс Борн стал преемником своего бывшего учителя Вольдемара Фойгта в Гёттингенском университете, где он заканчивал свое образование, получил степень доктора и начал преподавательскую деятельность в качестве приват-доцента.

За 12 лет работы в Гёттингене Борн основал большую школу теоретической атомной физики с интернациональным коллективом учеников и сотрудников. К ней принадлежали такие исследователи, как Ферми, Дирак, Оппенгеймер, Мария Гёпперт-Мейер, И. фон Нейман, Теллер, Вигнер, Полинг, Гейтлер, Вайскопф, Розенфельд и другие знаменитые ученые, многие из которых стали лауреатами Нобелевской премии. Ассистентами Борна были Вольфганг Паули и Вернер Гейзенберг. Вместе с ним или под его руководством работали советские физики Фок, Тамм, Френкель и Румер. Его институт посещали Иоффе и Капица, американский физик Гамов, получивший известность благодаря своим космологическим исследованиям, также был учеником Борна.

Норберт Винер, известный американский математик, основатель кибернетики, который некоторое время обучался в Гёттингене, писал в автобиографии о тех годах: "Главную роль в создании и первоначальном развитии квантовой механики в Гёттингене сыграли Макс Борн и Гейзенберг. Макс Борн был гораздо старше Гейзенберга, но, хотя в основе новой теории, несомненно, лежали его идеи, честь создания квантовой механики как самостоятельного раздела науки принадлежит его более молодому коллеге. Спокойный, мягкий человек, музыкант в душе, Борн больше всего на свете любил играть с женой на двух роялях".

Совместно с Винером во время зимнего семестра 1925/26 года, когда он был в Америке в качестве профессора-гостя, Борн написал работу о формулировании квантовых законов для периодических и непериодических процессов. Винер одной фразой охарактеризовал Борна: "Это был самый скромный ученый, которого я знал".

Из книг Борна, относящихся к первым годам

его преподавательской деятельности в Гёттингене, наряду с работой по теории относительности в первую очередь следует назвать "Строение материи". Книга переведена на многие языки В статье "Атомная теория твердого состояния" Борн продолжил свои исследования динамической теории кристаллов. На основе более поздней теории атома Бора и Зоммерфельда он исследовал связь атомной физики и химии. В статье "Мост между химией и физикой", опубликованной в "Натурвиссеншафтен", подробно рассматривается эта связь.

Большое значение имело то, что в одно время с Борном в Гёттингене работали блестящий экспериментатор Джеймс Франк и прекрасный педагог-физик Роберт Поль. Но в первую очередь благодаря деятельности Борна этот маленький университетский городок, являвшийся цитаделью математики, в 20-х годах стал также центром исследований по проблемам атомной физики.

Около 1925 года гёттингенская школа решительно вмешалась в развитие квантовой физики. В 1924 году Макс Борн впервые использовал в одной из статей выражение "квантовая механика" и ввел его тем самым в физическую литературу. В этот период влияние Борна на дальнейшее становление атомной физики было особенно сильным. В 1925...1927 годах физики-теоретики в Гёттингене разработали основы статистической атомной механики. Борн сам продумал и обосновал вероятностное толкование квантовой механики. Он создал "новый стиль мышления о явлениях природы"; в этом и состоит его самая большая научная заслуга.

Исходным пунктом этого развития была работа Гейзенберга "О квантовотеоретическом толковании кинематических и механических связей". Во введении к своим "Избранным статьям" Борн сообщает подробности событий. "Летом 1925 года Гейзенберг дал мне рукопись своей фундаментальной работы, в которой он сделал расчеты переходных амплитуд. Работа произвела на меня глубокое впечатление, и я послал ее в физический журнал. Несколько

недель спустя я заметил, что методы расчета Гейзенберга совпадают с матричным счислением, которое я изучал у Розанеса в Бреслау".

Итак, хотя направляющая идея матричной механики принадлежит Гейзенбергу, что всегда подчеркивал и сам Борн, однако математическое оформление этой гениальной идеи и ее развитие в законченную теорию - прежде всего, если не исключительно - заслуга Борна.

Почти в то же время в Англии, в Кембридже Паулем Дираком также под влиянием Гейзенберга был развит подобный же вид квантовой механики. Наконец, Эрвин Шрёдингер, исходя из совершенно иной точки зрения, создал в Цюрихе свою волновую механику, которая вскоре была признана равноценной в математическом отношении гёттингенской и кембриджской формам квантовой механики. Об этом уже говорилось выше.

Статистическая квантовая механика, которая совершенно отказывается от наглядных представлений с использованием моделей и оперирует только вероятностными высказываниями (волны Шрёдингера толкуются как "вероятностные волны"), натолкнулась на резкие возражения многих физиков. Эйнштейн, который осенью 1927 года начал дискуссию с Бором и Гейзенбергом, уже в декабре 1926 года писал Борну: "Квантовая механика - теория, внушающая большое уважение. Но внутренний голос говорит мне, что это еще не то, что нужно. Эта теория дает много, но едва ли она подвела нас ближе к тайне старца (бога. Перев.). Во всяком случае, я убежден, что тот не играет в кости".

Этой отрицательной позиции по отношению к статистической квантовой теории с ее "играющим в кости богом" Эйнштейн придерживался до конца. Незадолго до своей смерти в письмах к Борну он пытался доказать логическую несостоятельность копенгагенского толкования квантовой механики. Хотя в конце концов он должен был признать, что это ему не удалось, он не снял своих возражений. Эйнштейн упорствовал в своих воззрениях, считая, что статистическая квантовая механика дает лишь

незаконченное описание процессов, происходящих в атоме, и что в будущем неизбежен возврат к давно зарекомендовавшему себя образу мышления.

Сердечная дружба, которая связывала Борна и Эйнштейна и которая как в зеркале отражается в объемистой переписке, не страдала от этого различия взглядов. Дружеская привязанность Борна к Шрёдингеру также не ослабевала от того, что Шрёдингер, как союзник Эйнштейна, тоже страстно выступал против статистического понимания квантовых законов.

В письмах к Борну Шрёдингер в свойственной ему манере ополчается против "наглости", с которой Борн отваживается утверждать, что копенгагенское толкование является общепринятым. Он должен бы знать, пишет Шрёдингер, что, например, Планк, Эйнштейн, Лауэ, де Бройль и он были неудовлетворены такой трактовкой. В ответ на возражение Борна, что ведь большинство физиков-атомщиков соглашаются с копенгагенской школой, Шрёдингер восклицает: "С каких это пор верность научного положения решается большинством голосов? (Ты, конечно, мог бы отпарировать: по крайней мере со времен Ньютона.)".

Захват власти фашистами положил конец деятельности в Германии и этого великого ученого и учителя. В апреле 1933 года Макс Борн был отстранен от руководства своим институтом в Гёттингенском университете. Его учебник по оптике, вышедший в 1933 году, был запрещен. Шрёдингер посоветовал ему выехать за границу. В мае 1933 года Борн со своими родными покинул фашистский рейх.

Он принимает приглашение Резерфорда, переданное ему на съезде в Цюрихе английским физиком-ядерщиком Блэккетом, и направляется вначале в Кембридж. Доцентуру, которую получил Борн, нельзя было сравнить с его блистательным положением руководителя кафедры в Гётингене. Всемирно известный 50-летний ученый возвратился почти к тому же, с чего он начинал свой путь четверть века назад. Однако дальнейшее политическое развитие в

Германии подтвердило правильность его решения. Несколько лет спустя он получил британское гражданство.

С Эрвином Шрёдингером, который вскоре после этого прибыл в Оксфорд и провел там три года, Макса Борна связала теперь еще более тесная дружба. Оба физика часто посещали друг друга или обменивались письмами. В некрологе на смерть Шрёдингера в 1951 году Борн писал: "Когда Гитлер пришел к власти, Шрёдингер, человек "арийской крови" и преемник Макса Планка, вовсе не должен был отказаться от должности и покинуть Германию. Он сделал и то, и другое, и мы восхищались им. Ибо вовсе нелегко человеку среднего возраста эмигрировать. Но он не хотел л слышать о том, чтобы остаться. Он уехал, потому что его не оставляли в покое и от него требовали, чтобы он занимался политикой Он в очень редких случаях и неохотно делал это а позже, когда его собственная наука трагическим образом оказалась втянутой в большую политику".

В Кембридже Борн пережил памятное событие, которое ярко освещает трагедию многих немецких эмигрантов "Когда я приехал в 1933 году в Кембридж, - сообщал он, - был там и Фриц Габер, больной и душевно разбитый изгнанием из своей отчизны. Я попытался свести его с Резерфордом, но тот отказался пожать руку инициатору химической войны".

Среди научных работ, опубликованных Борном в этот период, особенно примечательно теоретическое исследование электродинамики, которое он провел вместе с молодым польским физиком Леопольдом Инфельдом. В 1935 году Борн по приглашению индийского физика, лауреата Нобелевской премии Рамана приезжал в Бангалор для того, чтобы в качестве профессора-гостя прочитать ряд лекций в институте Рамана.

После его возвращения П.Л. Капица передал ему почетное приглашение принять профессуру в Московском университете. Однако Борн не мог на это решиться. Он предпочел остаться в Великобритании, которая после его изгнания из Германии первой оказала ему гостеприимство, и переехал в Эдинбург, куда был приглашен в это

же время.

Семнадцать лет работал Макс Борн в шотландском университетском городе на кафедре "натурфилософии", как традиционно со времен Исаака Ньютона называли теоретическую физику. И здесь он развернул вскоре широкую исследовательскую и преподавательскую деятельность. Как и в Гёттингене, среди его учеников было немало иностранцев.

По свидетельству Норберта Винера, "самым блистательным учеником" Борна в Эдинбурге был Клаус Фукс, немецкий исследователь атома, работающий ныне в Центральном институте ядерных исследований в Россендорфе. Фукс, как противник фашизма, покинул гитлеровскую Германию и сначала учился в Бристоле. Затем в Эдинбурге при заботливой поддержке Борна он получил две академические степени и вместе со своим учителем опубликовал в 1938...1940 годах несколько интересных работ.

После своей отставки в 1953 году Макс Борн решил возвратиться на родину, хотя Эйнштейн отговаривал его от этого шага. В 1954 году он поселился в Бад-Пирмонте. В этом же году ему вместе с физиком-ядерщиком и исследователем лучей Вальтером Боте была присуждена Нобелевская премия по физике.

Борн был членом многих научных обществ и академий в своей стране и за рубежом, а также обладателем многочисленных степеней почетного доктора. В связи с его 80-летием в декабре 1962 года математическо-естественнонаучный факультет Берлинского университета им. Гумбольдта наградил его степенью почетного доктора. Тогда же Гёттингенская Академия наук опубликовала два объемистых тома его избранных научных статей.

Всего Борн опубликовал свыше 300 статей и около 20 книг. К широкому кругу Читателей обращены его сборники "Физика в жизни моего поколения" и "Физика и политика", которые содержат главным образом статьи и доклады по вопросам теории познания, истории науки и по вопросам политики.

Философские воззрения Борна имеют ряд точек соприкосновения с диалектическим

материализмом При этом на первом месте стоит отказ от субъективистски-позитивистского образа мышления. "Позитивизм в строжайшем смысле, - писал Борн в статье "Понятие реальности в физике", - должен отрицать или реальность объективного, внешнего мира, или по крайней мере возможность каких-либо высказываний о нем. Надо думать, что подобные мнения не могут разделяться ни одним физиком. Однако они встречаются, они даже в моде. В публикациях почти каждого теоретика есть высказывания позитивистского толка".

Одновременно Борн указывал на то, что выдвинутое Махом требование исключить из научного рассмотрения эмпирически не обоснованные высказывания, не имеет ничего общего с позитивизмом, несмотря на то что оно отстаивается как сторонниками, так и противниками позитивизма; скорее всего, здесь идет речь об эвристической идее, которая подтверждается новейшей физикой.

В своих философских статьях Борн вступил в диалог с несколькими советскими учеными. "Я должен признать, - писал он по поводу своей переписки с Сергеем Суворовым, коллегой из Москвы, - мне было радостно вступить в непосредственный дружеский обмен мнениями с ученым-коммунистом, и как раз в области, являющейся пограничной зоной между философией и физикой, где речь идет о довольно простых и ясных вопросах, по крайней мере если сравнивать их с вопросами экономики, социологии и политики".

Хотя взгляды Борна во многом близки диалектическому материализму и он сам неоднократно подчеркивал, что считает правильными многие положения этой философии, нет никакого сомнения в том, что он не согласен с диалектическим материализмом по некоторым основополагающим вопросам.

Так как известный физик не имел специального философского и социологического образования, а по своему происхождению и духовному развитию был далек от рабочего класса, ему было трудно выработать правильное отношение прежде всего к историческому

материализму. Он считал материалистическое понимание история "детерминистским суеверием" и не принимал во внимание того, что эта теория общества доказала свою истинность по отношению к явлениям истории не менее точно, чем, например, копенгагенское толкование квантовой теории (в создании которого он участвовал) доказало свою правильность по отношению к явлениям микромира.

Вместе с тем Макс Борн был, несомненно, прав, резко выступая против провозглашения "вечных истин" и против всех форм и разновидностей "письменной учености", которые препятствовали прогрессу науки.

В одной из статей гёттингенского периода говорится: "Физик стремится к тому, чтобы исследовать вещи в природе: эксперимент и теория служат ему только для достижения целей, и, сознавая бесконечную сложность происходящего, с которой он сталкивается в каждом эксперименте, он противится попыткам рассматривать ту или иную теорию как окончательную. Поэтому он ненавидит слово "аксиома", которому в обычном словоупотреблении придается значение окончательной истины, и делает это со здоровым ощущением того, что догматизм является злейшим врагом естествознания".

Ученый всегда подчеркивал, что физики, особенно исследователи атомного ядра, которые открыли ранее неизвестные силы природы и овладели ими, не могут равнодушно относиться к использованию результатов их исследований. Он упрекал себя в том, что во время его пребывания в Гёттингене многие физики-атомщики получили специальное образование, но у них не воспитали чувства социальной и моральной ответственности, вытекающей из их науки.

"Когда я был молодым, - сказал он в 1959 году в докладе о границах физической картины мира, - еще можно было оставаться чистым ученым, не очень заботясь о применениях, о технике. Сегодня это больше невозможно. Ибо исследование природы чрезвычайно сильно связано с социальной и политической жизнью. Оно нуждается в больших средствах, которые

можно получать только от крупной промышленности или от государства, и поэтому его результаты не могут быть скрыты от этих организаций. В частности, огромные суммы поглощают ядерная физика, ракетная техника, космические полеты. Таким образом, сегодня каждый исследователь является звеном технической и индустриальной системы, в которой он живет. Поэтому он также должен нести часть ответственности за разумное использование его результатов".

Макс Борн, который сам не занимался ядерной техникой и не участвовал ни непосредственно, ни косвенно в изготовлении атомных бомб, всегда поддерживал все выступления против атомной войны. "Я знаю об этих вещах, - сказал он, достаточно, чтобы быть убежденным в том, что атомная война была бы величайшей катастрофой из всех, какие знало человечество. Я не верю также в то, что при большой войне между основными державами возможна какая-либо защита для населения. Все предложения такого плана, по моему мнению, служат лишь дымовой завесой для прикрытия существа дела; и они выдвигаются теми, кто выступает за атомное вооружение".

Разумеется, Борн был в числе восемнадцати гёттингенцев, которые весной 1957 года опубликовали воззвание против оснащения Западной Германии атомным оружием. Он был также участником манифестаций, организованных Комитетом борьбы пропив атомной смерти. По своим морально-политическим убеждениям он был близок всемирно известному математику, философу и борцу за мир Бертрану Расселу, который не уставал говорить о том, что для человечества существует выбор только между сосуществованием и несуществованием. Вместе с Альбертом Швейцером и другими буржуазными гуманистами Борн был одним из участников Фонда мира, организованного Бертраном Расселом осенью 1963 года. Страстно выступал он и против преступной войны США во Вьетнаме.

Макс Борн умер 5 января 1970 года в гёттингенской клинике.

Свою научно-политическую программу великий физик и мыслитель-гуманист изложил в одной из многочисленных статей, посвященных борьбе за мир: "Мы хотим, чтобы наша прекрасная наука вновь служила исключительно благу людей и не употреблялась во зло ради целей отжившей свой век политики".

Это положение должно стать лозунгом всех естественнонаучных исследований атомного века.

Отто Ган и Лиза Мейтнер

Открытие расщепления урана и последствия этого открытия

Открытия в области радиоактивности, разработка теории атома и развитие квантовой механики объединили атомную физику и химию. Так крупнейшими успехами в исследовании ядра мы обязаны не физику, а химику, даже химику-органику, который, правда, несколько ранее перешел к исследованиям в области химии радия: Отто Гану. Ему помогал другой химик, Фриц Штрасман. Химию атомного ядра нельзя отделить от ядерной физики и ядерной техники: они образуют единое целое.

По своему образу мышления и методам работы Отто Ган, подчеркивала Лиза Мейтнер, принадлежит к химикам, "во всяком случае, к исследователям, подобным великим химикам XIX века, которые благодаря своей удивительной интуиции и своим огромным способностям создали основы современной химии".

Отто Гану, как ученому, лишь на 60-м году жизни удалось добиться наиболее значительных успехов. Как и в случае установленного Планком квантоообразного обмена энергии, это объяснялось прежде всего тем, что проникновение во взаимосвязи природы, о которых здесь шла речь, раньше было, по существу, невозможно.

Исследования в области химии радия, которые Отто Ган вел в течение 30 лет совместно с Лизой Мейтнер также были отмечены рядом достижений: он открыл новые радиоактивные вещества, основал новое направление в химии радия и применил результаты исследования радиоактивности в физике, химии и геологии.

Однако открытие расщепления урана, ставшее одной из важнейших вех на пути к атомному веку, было самым крупным его достижением. Оно настолько отодвинуло на задний план все его прежние открытия, что Гана принято считать только первооткрывателем расщепления урана, как Эйнштейна часто рассматривают только как "создателя теории относительности", несмотря на то что ему принадлежит немало других важных открытий.

Применение открытия Гана для создания средств массового уничтожения объясняется сложившимися политическими условиями. Здесь нет вины ученых. Но именно это трагическое сцепление судеб науки и общества сделало Отто Гана своеобразной фигурой всемирно-исторического значения, одним из таких естествоиспытателей, значение которых выходит далеко за пределы частнонаучной сферы, подобно тому как это произошло (в силу иных причин) с Галилеем или Дарвином.

"Настоящее воздействие ядерной физики на человеческую жизнь, - сказал Макс Борн в 1962 году в своей речи по радио, - началось в 1938 году, когда в Германии Отто Ган и Фриц Штрасман открыли, что из ядер можно не только выбить отдельные протоны или другие малые частицы, что было уже известно, но и разложить ядерное образование на две примерно одинаковые по величине части".

Ученый, совершивший это фундаментальное открытие, родился 8 марта 1879 года во Франкфурте-на-Майне. Его предки со стороны отца были фермерами и виноделами в Рейнгессене. Его отец, не находивший в сельском хозяйстве ничего привлекательного, работал сначала стекольщиком, однако в годы грюндерства быстро стал предпринимателем, владельцем крупной мастерской и нескольких жилых домов. "Экономическое чудо" Бисмарка, очевидно, отвечало его интересам, как и интересам других представителей немецкой буржуазии, и, конечно, не случайно он дал одному из своих сыновей имя канцлера.

Отто Ган, по его собственным словам, был хорошим, но отнюдь не отличным учеником.

Подобно большинству будущих естествоиспытателей, он, как и все развитые и склонные к технике юноши, рано увлекся естественнонаучными экспериментами. Предпочтение при этом отдавалось химии. Прачечная родительского дома стала его первой лабораторией.

Отец хотел, чтобы его младший сын был архитектором. Однако художественные способности сына были столь незначительными и малообещающими, что едва ли сулили успех в этой профессии. По мнению самого Гана, у него, кроме того, отсутствовала необходимая зодчему фантазия. Итак, в соответствии со своими склонностями он приступил к изучению химии, намереваясь позднее работать на крупном химическом предприятии. Свое образование он начал в Марбурге. Через два семестра он отправился на один год в Мюнхен. Там преподавал последователь Либиха Адольф фон Байер, исследовавший многие органические красители и открывший синтез индиго. Начинающий химик изучал также историю искусств; сокровища мюнхенских музеев предоставляли для этого богатые возможности.

После возвращения в Марбургский университет Отто Ган работал сначала в лаборатории химика-органика Теодора Цинке. Свое образование он ограничил в основном узкой областью, мало интересуясь смежными дисциплинами. "Если бы я мог предугадать мое дальнейшее развитие, - писал он в автобиографии, - то таким дисциплинам, как физика и математика, я уделял бы гораздо больше времени". Но из любознательности, а также потому, что это было необходимо для экзамена, он слушал лекции по философии у неокантианцев Когена и Наторпа, основателей и руководителей марбургской школы.

Студенческие годы Гана были во всех отношениях беззаботными. Материально его хорошо обеспечивали родители он не имел оснований ломать себе голову и над научными проблемами, так как не стремился стать исследователем. Как и многие из его университетских товарищей, он был членом

одной из студенческих корпораций с ее строгим уставом и дружескими пирушками с неизбежным пивом.

В шестом семестре Отто Ган начал готовить докторскую диссертацию и через три семестра закончил университет, защитив ее. Его диссертация относилась к области органической химии. Затем последовал год воинской службы.

В этот же год его научный руководитель предложил ему с осени 1902 года работать у него ассистентом Ган охотно принял это предложение. Ассистентская деятельность у известного химика в течение одного-двух лет была самым лучшим трамплином для желанной профессиональной деятельности в химической промышленности. "Я не строил планов относительно чисто научной карьеры", писал он спустя шесть десятилетий в научной автобиографии. Несмотря на то что он не был, по его словам, "искусным экспериментатором", эксперименты, которые он подготавливал, на лекциях "проходили вполне удачно", и профессор Цинке был им доволен. У него оставалось время заниматься и по своей специальности. Но в основном он помогал своему шефу пестовать докторантов.

Перед окончанием двухлетней ассистентской работы Гана Химический институт Марбургского университета посетил директор химического завода, отец будущего лауреата Нобелевской премии Ганс Фишер. Он искал для своего предприятия способного молодого химика. Условием было владение по крайней мере английским языком, так как предусматривалась возможная работа за границей. Цинке предложил на это место своего ассистента, к тому же и сам Ган хотел занять это "заманчивое место".

Для усовершенствования своих знаний в языке осенью 1904 года он отправился на несколько месяцев в Англию Чтобы он мог продолжать образование и по специальности, Цинке дал ему рекомендательное письмо к известному химику сэру Вильяму Рамзаю, который был профессором Лондонского университета и находился тогда в зените своего творчества.

Работы Рамзая в области химии заслужили

признание всего научного мира. За открытие инертных газов он был награжден Нобелевской премией. Он поддерживал тесные связи с учеными Германии. Об этом свидетельствует его оживленная дружеская переписка с Вильгельмом Оствальдом. Умер Рамзай во время первой мировой войны от лучевой болезни, которая была следствием его работ над радиоактивным распадом. Он был одной из многих жертв исследования радиации.

Известный английский химик оказался, судя по всему, неплохим психологом. Когда Ган появился у него, Рамзай предложил ему работать в лаборатории над радием: на возражения Гана, что, будучи химиком-органиком, он ничего не понимает в радии и радиоактивности и никогда не занимался с радиоактивными веществами, Рамзай ответил, что это тем более хорошо, так как он будет намного беспристрастнее подходить ко всем возникающим вопросам.

Непредвзятость постороннего в истории естествознания нередко оказывалась источником значительных исследовательских успехов. Отто Ган лишний раз подтвердил это. "Профессиональный кретинизм" в сфере естественнонаучных открытий служит препятствием для прогресса познания.

Ган получил от Рамзая задание отделить радий от бария и определить атомный вес радия в радиоактивном препарате, бариевой соли, которая, как предполагалось, содержалась в минерале с острова Цейлон. Он должен был пользоваться методами фракционной кристаллизации, которые незадолго до этого были разработаны и успешно применялись супругами Кюри.

Так впервые Отто Ган начал работать над радиоактивностью. Ввиду того, что электроскопические измерения надо было проводить в особом помещении, Рамзай предоставил ему возможность в любое время пользоваться препараторской Физического института. Там Ган мог установить электроскоп и проводить свои измерения. Чаще всего это происходило в поздние вечерние часы когда ничто не мешало его работе.

Вскоре молодой исследователь добился замечательного успеха. Он выяснил, что в материале, который дал ему Рамзай для исследования, содержится неизвестное ранее радиоактивное вещество, очевидно долгоживущий продукт превращения ториевого ряда. Новый радиоактивный элемент, который был в несколько сот тысяч раз радиоактивнее тория и принадлежал к числу редкоземельных, он назвал "радиоторий".

Это было, конечно, случайное открытие, ведь только по счастливой случайности Рамзай дал ему именно этот препарат. Но характер открытия уже позволял определить те качества Отто Гана, которые, как писала Лиза Мейтнер, способствовали его дальнейшим успехам: "Радостное желание экспериментировать, острую наблюдательность и дар интуитивно правильно объяснять экспериментальные наблюдения".

Признав такую поразительную успешность первоначальных результатов, Рамзай посоветовал своему немецкому гостю отказаться от намерения стать химиком в промышленности и избрать научную деятельность исследователя радия. Он предложил Гану отправиться в Берлин в ведущий немецкий университет, где для него и его новой специальности открывались действительно хорошие перспективы Рамзай направил Гана к своему другу Эмилю Фишеру, всемирно известному химику, первому немецкому лауреату Нобелевской премии по химии, который пользовался большим влиянием и был известен своими фундаментальными исследованиями, прежде всего углеводородов и белковых веществ. В рекомендательном письме Рамзай характеризовал своего сотрудника как "славного малого", скромного, достойного доверия и высокоодаренного "Он мне очень понравился Он немец и хочет оставаться им; и он хорошо знаком со всеми методами исследования радиоактивности. Не посоветуете ли Вы, чтобы он приехал к Вам? Я знаю, что Вы хотите сделать исследования своей лаборатории разносторонними, насколько это возможно; найдется ли у Вас для него угол?".

С этим письмом весной 1905 года Ган

предстал перед известным берлинским химиком У Фишера действительно нашелся "для него угол"; он считал, что Ган может беспрепятственно работать в институте, даже если ему не будет предложено место ассистента, так как радиоактивность еще не стала учебным предметом По его мнению, ничто не мешало Гану получить право преподавания этого курса и затем занять место доцента в Институте химии.

Отто Ган хотел, однако, вникнуть в проблемы и методы работы в новой области глубже, чем он это мог сделать у Рамзая, который, собственно, не был исследователем радия и лишь позже начал работать над радиоактивностью Итак, он обратился (снова с письменной рекомендацией Рамзая) к физику Эрнсту Резерфорду, который тогда работал в Монреальском университете в Канаде Резерфорд изъявил готовность принять на несколько месяцев в свою лабораторию молодого немца Так Ган сделал решающий для своего будущего шаг.

Эрнст Резерфорд, который был на восемь лет старше Отто Гана, уже приобрел международную известность благодаря своим исследованиям радиоактивности. Резерфорд родился в 1871 году в Новой Зеландии, вблизи города Нельсона, название которого позднее он присоединил к своей фамилии, когда за научные заслуги ему был пожалован титул лорда. Его предки были ремесленниками, эмигрантами из Шотландии От них он унаследовал любовь к ручному труду. Всю свою жизнь Резерфорд работал с простыми приборами, которые сам же предпочитал изготовлять. С их помощью были совершены его величайшие открытия. В этом отношении Ган также многому научился у Резерфорда.

Изучение физики, начатое на родине в Новой Зеландии, молодой Резерфорд, выдающиеся способности которого проявились довольно рано, продолжил в Англии. В Кавендишской лаборатории в Кембридже он стал учеником Дж.Дж. Томсона. Вначале он увлекался беспроволочной телеграфией, над разработкой которой в то время, после открытий Генриха Герца трудились многие физики и техники. Несмотря на то что он достиг значительных

успехов, вскоре он сменил область своих исследований.

В 1896 году Резерфорд занимался катодными и рентгеновскими лучами, которые тогда исследовались преимущественно в Кавендишской лаборатории. Его успехи в науке были столь велики, что уже через три года он получил место профессора в Монреале в Канаде. Так как преподавательская деятельность занимала только несколько часов, у Резерфорда оставалось много времени для творческой экспериментальной работы в лаборатории. То, что для его исследований отпускались незначительные денежные суммы, при его методах работы не было большим препятствием.

Резерфорд был прирожденным физиком-экспериментатором. У него было естественное недоверие страстного экспериментатора к "только теоретикам". "Они играют символами, - любил он говорить, - а мы раскрываем действительные, достоверные факты". Так думали и многие другие крупные исследователи-экспериментаторы, хотя не каждый выражался столь недвусмысленно.

Однако в отличие от представителей экспериментальной физики, настроенных в пользу чистой эмпирии, Резерфорд не отрицал роли теории. Важнейший источник быстрого подъема физической науки конца XIX - начала XX века он видел в тесной связи теории с практикой. Поэтому он считал неизбежным непосредственное сотрудничество университетских институтов с промышленностью: эта "счастливая связь" позволяла ожидать в будущем больших результатов.

То, что Резерфорд в полной мере оценивал значение фундаментальных исследований, отчетливо видно из речи, которую он произнес при открытии нового университетского института. "Если совершенно отвлечься от их значения для нашего познания законов природы, - говорил он, - то опыт показывает, что самые значительные для человечества открытия в целом вытекали из исследований, которые имели единственную цель: обогатить наше знание о природных процессах".

Резерфорду, как и Фарадею, была внутренне присуща ярко выраженная способность к наглядным представлениям. У него было гениальное чутье на решающие вопросы и направление, в котором следует искать на них ответы. Он обладал подлинной беспристрастностью при оценке результатов поставленных опытов. Резерфорду было чуждо тщеславие и неуступчивость в вопросах науки, свойственные иногда, например, Марии Кюри: у него всегда и исключительно речь шла о деле.

Как исследователь Эрнст Резерфорд был необычайно удачлив. Исследование законов радиоактивности стало главным содержанием его работы. Он исследовал альфа-, бета- и гамма-лучи, он первый объяснил явления радиоактивного распада, выяснил энергетический бюджет лучистых веществ и ответил на вопрос о выделении тепла, которое является их характерным свойством. Его утверждение о том, что атомный распад по своим временным характеристикам не может испытывать влияние со стороны имеющихся в распоряжении физики или химии средств, приобрело позднее большое значение для геологического измерения времени: область, в которой вскоре начал работать и Ган.

В 1907 году после того, как Отто Ган снова возвратился в Германию, Эрнст Резерфорд последовал приглашению в Манчестер. За 12 лет, которые он там провел, он стал центром кружка выдающихся учеников и сотрудников. Самым известным из них был, несомненно, Нильс Бор, в течение многих лет работавший под руководством Резерфорда и навсегда сохранивший благодарность своему великому учителю. Здесь следует упомянуть и высокоодаренного физика Генри Мозли, погибшего в 1915 году в боях под Галлиполи в возрасте 28 лет, и Георга фон Хевеши.

В 1908 году Резерфорду была присуждена Нобелевская премия по химии. Но самое значительное свое открытие Резерфорд сделал в 1919 году при облучении азота альфа-частицами очень сильного радиевого препарата, то есть при "обстреле" быстро движущимися ядрами гелия.

Незначительная часть азота переходила при этом в следующий элемент - кислород, причем гелий исчезал и излучался протон, ядро водорода.

Эта обменная реакция (превращение азота воздуха при помощи гелия в кислород и водород) была первым искусственным превращением элементов, тем искусственным превращением одного химического элемента в другой, которого безуспешно добивались в течение столетий, хотя полученные результаты еще не позволяли произвести взвешивание. Началась эра современной алхимии, век управляемых человеком внутриатомных превращений.

В этом же году Резерфорд был приглашен в Кембридж, чтобы стать преемником своего учителя Дж.Дж. Томсона в Кавендишской лаборатории. Встав во главе лаборатории, он успешно продолжил ее славные традиции.

Резерфорд вновь показал себя прирожденным руководителем. Он создал такой коллектив научных работников, о котором Максвелл, основатель Кавендишской лаборатории, мог только мечтать. При выборе сотрудников у него оказывалась очень счастливая рука. При его непосредственном участии и под его руководством были достигнуты существенные результаты в области ядерной физики. "Совершенно новые огромные знания" в исследовании радия, по словам Гана, "почти все исходили вначале от Резерфорда и его школы".

К числу учеников Резерфорда, кроме уже названных, принадлежали всемирно известные физики: Астон, создатель масс-спектрографа, Блэккет, открывший позитрон, а также Чедвик, известный своими работами с космическими лучами и открытием нейтрона, Коккрофт, которому удалось расщепить литий путем обстрела протонами, Гейгер, изобретатель счетчика частиц, и Капица, выдающийся советский исследователь, известный своими достижениями во многих областях физики и физической химии. Резерфорд сам вплоть до своей смерти (1937) был деятельным участником всех исследований.

К этому великолепному экспериментатору и

организатору научных исследований осенью 1915 года пришел учиться молодой Отто Ган. "Для пополнения моих очень скудных знаний по радиоактивности, - писал он в воспоминаниях, - я поехал в Канаду к профессору Резерфорду, к лучшему наставнику в этой новой области. Все здесь было настолько ново, что открытия делать было нетрудно. Три еще недостаточно исследованных ряда радиоактивного распада могли быть заполнены после нахождения следующих активных "элементов"".

За время своего пребывания в Монреале Отто Ган основательно познакомился с известными тогда закономерностями радиоактивных процессов и мог теперь свободно пользоваться всеми экспериментальными методами, разработанными Резерфордом, в частности, для исследования альфа-лучей.

Молодой коллега, сообщивший Резерфорду о своем открытии радиотория, вначале был принят им весьма сдержанно. Опытный и зрелый исследователь, Резерфорд, как и Рентген, питал некоторое в известной мере обоснованное недоверие ко всем "сенсационным открытиям" и ко всем молодым ученым, которые жаждали открыть новое явление в природе или, подобно Гану, новый элемент. Тем более в этом случае, когда знакомый Резерфорда, известный исследователь радия Болтвуд, встретил саркастическим замечанием сообщение об открытии Гана.

Однако после довольно продолжительной беседы с Ганом Резерфорд в тот же день убедился, что этот немецкий химик очень аккуратен и самокритичен в работе и что в случае с радиоторием действительно трудно дать иное объяснение, чем то, какое он дал. При тогдашнем состоянии науки радиоторий следовало рассматривать как новый элемент.

В Монреале Гану посчастливилось сделать еще одно открытие. Он нашел новый продукт преобразования актиния, радиоактивного элемента, с которым он работал еще у Рамзая. Он назвал его "радиоактинием". Резерфорд попытался вначале поставить под сомнение и это открытие. Но Гану удалось убедить его и, как он

сам говорил, "отомстить" Резерфорд, не хотевший верить в радиоторий, открытый Ганом в лаборатории Рамзая, должен был теперь поверить в существование того, что до сих пор оставалось незамеченным в его собственной лаборатории. В автобиографии Отто Ган подчеркивал, сколь простыми средствами можно было достичь в те годы значительных экспериментальных результатов. "Если сравнить с более поздними временами, писал он, - то лабораторное оборудование было очень простым. Электроскопы для бета- и гамма-лучей мы изготовляли из большой консервной или другой жестяной банки, на которой укрепляли меньшую коробку, из-под табака или сигарет. Изоляция стержня осуществлялась серой, так как тогда у нас еще не было янтаря".

Во время опытов с альфа-лучами Резерфорд выкачивал воздух из приборов с помощью старинного насоса. Исследуемый радиоактивный осадок часто в основном уже распадался, прежде чем достигался достаточной вакуум. Но, как писал Ган, и тогда можно было "даже при этих примитивных средствах легко переживать радость первооткрывателя".

Электроскоп из консервной банки и позднее (в известной степени) остался идеалом Отто Гана. Он не любил сложные, ненадежные опытные установки и свои самые значительные открытия делал с помощью приборов, которые напоминали скорее о временах Фарадея, а не о преддверии атомного века.

Личность своего учителя, Ган образно описал в автобиографии: "В Монреале Резерфорд был повсеместно и без всякой зависти признан руководителем научных исследований. Как-то на одном коллоквиуме, проводимом совместно с химиками, после окончания доклада на чисто химическую тему, Резерфорд сделал какое-то короткое замечание, однако затем, забыв о повестке дня, в обычной для него вдохновенной манере вдруг стал докладывать о своих последних опытах со столь любимыми им альфа-лучами. После этого все другое было забыто". Вдохновенность и неукротимая работоспособность Резерфорда передавались

всем сотрудникам; работа в институте продолжалась чаще всего до позднего вечера. Даже во время вечерних приемов в доме Резерфорда разговоры велись исключительно на узкоспециальные темы: к сожалению жены Резерфорда, игре которой на фортепьяно уделялось из-за этого меньше внимания. Своему внешнему виду Резерфорд не придавал особого значения Когда однажды в его лаборатории появился фоторепортер для того, чтобы сфотографировать известного исследователя радия для английского еженедельника "Нейче", Гану пришлось одолжить учителю свои фальшивые манжеты, чтобы он выглядел несколько респектабельней. Третьим снимком фотограф остался доволен: манжеты Гана попали в кадр "во всем их великолепии". Так, в 1906 году, пишет Ган, он испытал гордость и удовлетворение от того, что по крайней мере его манжеты можно было увидеть на фотографии в уважаемом английском журнале.

По свидетельству Лизы Мейтнер, Отто Ган даже спустя несколько десятилетий с удовольствием рассказывал о своей работе у Резерфорда, настолько этот год был для него плодотворным. Ученик и учитель во многих отношениях "хорошо подходили друг к другу". Гениальная способность Резерфорда разрешать глубокие проблемы с помощью простейших средств и постоянно видеть связь полученных экспериментальных результатов со всей областью исследования, включать их в целое, отвечала научным склонностям Гана.

В лаборатории Резерфорда и под влиянием его исследовательской одержимости Ган вырос как ученый и теперь с успехом мог самостоятельно заняться радиоактивностью. Вместе с Резерфордом он осуществил ряд исследований альфа-лучей, результаты которых освещались в совместных публикациях.

Теперь Отто Ган отчетливо представлял себе цель: он хотел посвятить себя исключительно исследованиям радия. Он написал на завод письмо с отказом и поздней осенью 1906 года переехал в Берлин для того, чтобы возобновить свои исследования в Химическом институте

университета.

На первом этаже только что построенного здания института на Гессенской улице Эмиль Фишер показал гостю помещение, которое служило столярной мастерской, однако не использовалось. На месте убранного верстака, "главного украшения", как писал Ган, установили длинный дубовый стол, на котором можно было разместить измерительные приборы; простой письменный стол и несколько стульев завершили обстановку. Электроскопы, место которых лишь много позже занял счетчик Гейгера - Мюллера, Ган изготовлял сам, руководствуясь опытом, приобретенном в лаборатории Резерфорда.

Но эти приборы были изготовлены уже не только из консервных банок и табачных коробок, как в Монреале, здесь были и прекрасные латунные камеры, для изоляции которых вместо не вполне подходящей серы использовался более удобный янтарь. Зарядка листочков осуществлялась с помощью эбонитовой палочки, которую терли о рукав.

"Столярка" служила исследователю более шести лет в качестве помещения, где проводились необходимые в ходе экспериментов над радиоактивностью измерения. В конце 1906 - начале 1907 года ему удалось открыть здесь дотоле неизвестное вещество. О его существовании он догадывался еще в Монреале; теперь он мог подтвердить эту догадку и выделить вещество, которое он назвал "мезоторий".

Мезоторий был промежуточным звеном между торием и радиоторием. Сам по себе он не был лучистым веществом, но из него выделялся лучистый продукт распада, оказавшийся хорошей и дешевой заменой все более дорожающего радия при использовании в технике и медицине. Одна из берлинских фабрик по производству тория изготовляла при содействии и под контролем Гана для этих целей сильные препараты мезотория. Лаборантки, занятые на обогащении этого вещества, назвали его "солнечным зайчиком", потому что соли в темноте очень красиво светились.

Отто Ган очень близко подошел тогда к

открытию изотопии. Само понятие изотопа было выдвинуто Содди лишь спустя несколько лет - в 1911 году. Под изотопией понимают существование химически приблизительно одинаковых элементов с одинаковым числом ядерных зарядов и занимающих потому одно и то же место в периодической системе, но имеющих различные атомные массы и при известных условиях различные радиоактивные свойства. "Сегодня нам непонятно, - писал Ган в 1962 году в научной автобиографии, - почему с такими знаниями не пришли раньше к понятию изотопии. Прежде чем Содди произнес спасительное слово, должны были заниматься: Мозли - понятием порядкового числа, Резерфорд - моделью атомного ядра, Фаянс, а также Содди и Флек - правилом радиоактивного смещения. Содди, конечно, сделал не так много негативных попыток разделения, как я, но у него оказалось больше мужества".

Весной 1907 года философский факультет Берлинского университета дал Отто Гану разрешение преподавать химию. Эмиль Фишер в своем отзыве подчеркнул, что Ган, если не считать его докторской диссертации, занимался исключительно вопросами радиоактивности. После обстоятельного анализа всех публикаций молодого исследователя Фишер пришел к выводу: "Все вышеупомянутые исследования свидетельствуют о том, что д-р Ган основательно знаком с точными методами исследования радиоактивности и способен использовать их для получения новых, лучших результатов".

Отзыв Фишера заканчивается замечанием: "Так как мне кажется, что эта перспективная область физико-химических исследований в данном случае разрабатывается намного лучше, чем когда-либо ранее, я с удовольствием принял бы д-ра Гана в Химический институт и по этой причине считаю желательной его доцентуру. Так как он уже выполнил все необходимые для этого требования, то я нимало не сомневаюсь в том, что следует предложить ему прочитать пробную лекцию".

Второй эксперт, физико-химик Вальтер Нернст высказался не столь обнадеживающе. В его

собственноручной приписке к замечаниям Фишера говорится: "Представленные работы, без сомнения, свидетельствуют о том, что г-н кандидат основательно изучил методы радиохимического исследования в лабораториях Рамзая и Резерфорда и компетентен в этих вопросах. Я далеко не столь уверен в том, что касается способности г-на д-ра Гана к самостоятельному оригинальному исследованию, ибо нельзя не признать, что до сих пор он работал исключительно под влиянием вышеназванных исследователей, а мне было бы приятнее, если бы г-н кандидат представил какие-нибудь работы, выполненные по собственной инициативе. Тем не менее у меня нет никакого сомнения в том, чтобы поддержать его допуск к дальнейшим испытаниям для получения доцентуры".

Примечательно, что Ган, которому, естественно, оставался неизвестным отзыв Нернста, изложенный в конфиденциальном документе, позднее почти слово в слово писал о том, что "смотрел в будущее с некоторой озабоченностью", когда приступал в Берлине к работе: "Удастся ли мне без превосходного руководства Резерфорда и без помощи старших коллег на родине самому твердо стать на ноги?"

Как видно из протоколов, факультет по предложению Эмиля Фишера среди тем, предложенных Отто Ганом на выбор для пробной лекции, остановился на теме "Современное представление о строении материи", а для первой публичной лекции - "Современные проблемы исследований радиоактивности".

Глубокое недоверие, с которым многие известные химики относились тогда к новой специальной области радиологии, становится очевидным из высказываний руководителя отделения органики в институте Фишера. Он считал "невероятным", чтобы кому-нибудь было предоставлено право преподавать в университете по такой специальности. Сам Эмиль Фишер, с пониманием относившийся к работам Гана, не мог привыкнуть к тому, что при помощи радиоактивных методов можно обнаружить химические вещества и определить их свойства,

если эти вещества нельзя даже взвесить, как это имело место при радиоактивных осадках. В духе старой школы Фишер придерживался мнения, что самым чувствительным определителем известных химических веществ, как и прежде, является обоняние.

Для дальнейшего развития исследований Отто Гана решающим оказалось то обстоятельство, что осенью 1907 года (через год после того, как он начал свои исследования в столярной мастерской) он встретил Лизу Мейтнер, физика-экспериментатора одних с ним лет, которая также занималась радиоактивностью.

Лиза Мейтнер родилась 7 ноября 1878 года в Вене в семье адвоката. После окончания народной и городской школ и домашнего обучения она в течение восьми семестров изучала физику, математику, химию. Людвиг Больцман и Франц Экснер были ее учителями. В феврале 1906 года она, первая из женщин, получила в Венском университете степень доктора философии, после того как выдержала на "отлично" все экзамены.

В своей диссертации "Теплопроводность неоднородных тел" Лиза Мейтнер подвергла проверке формулу Максвелла. Потом она работала самостоятельно под наблюдением исследователя радия Стефана Мейера, а затем еще один год в Физическом институте Венского университета над вопросами радиоактивности. Летом 1907 года она приехала в Берлин, чтобы совершенствовать свои знания у Планка, ведущего физика-теоретика того времени; она намеревалась пробыть в Германии около двух лет.

О своих впечатлениях от преподавательской деятельности Планка Лиза Мейтнер говорила в речи в Магнусхаузе в апреле 1958 года: "Что касается лекций Планка, то должна признаться, что я поначалу была почти разочарована. Я была ученицей Больцмана, а Больцман восхищался своей наукой и не видел никаких препятствий к тому, чтобы придать этому восхищению индивидуальное выражение, что, естественно, очень увлекало "ас, молодых слушателей. Поэтому вначале лекции Планка казались мне,

несмотря на чрезвычайную ясность, несколько безликими, почти скучными. Но очень скоро я поняла, какое это заблуждение и как мало это вяжется с личностью Планка". Вскоре Лиза Мейтнер была приглашена в дом Планка в Груневальде, где у нее завязались дружеские отношения с обеими дочерьми ученого.

На знаменитом коллоквиуме в Физическом институте на Рейхстагуфер, который проходил тогда под руководством физика-экспериментатора Генриха Рубенса еще в достаточно узком кругу в одной из комнат библиотеки института, Отто Ган в конце сентября 1907 года познакомился со своей венской коллегой. Так как лекции и семинары Планка не отнимали у нее много времени, она решила продолжать свою исследовательскую работу по радиоактивности совместно с Ганом.

Эмиль Фишер позволил молодой женщине-физику работать в столярной мастерской в специально отведенном месте. Для того, чтобы не создавать прецедента, ей не разрешалось, однако, посещать студенческие аудитории и лаборатории на верхних этажах. В Пруссии тогда еще женщинам не было официально разрешено учиться в университетах. Некоторые профессора, подобно Планку или Нернсту, не слишком заботились о выполнении этих традиционных требований, которые уже давно были отменены в других странах, но Фишер, который и без того имел определенные сомнения относительно обучения женщин, строго придерживался существующих предписаний.

Лиза Мейтнер позднее писала: "Когда в 1907 году я приехала в Германию, там еще не был разрешен законом допуск женщин к обучению, и многие доценты и профессора не допускали девушек на лекции или в лаборатории. В конце лета 1908 года вышел указ, который разрешал девушкам доступ к университетскому образованию, и Эмиль Фишер принял его к сведению. С 1909 года я могла не только пользоваться всеми помещениями в институте Фишера, но даже сам Фишер неоднократно помогал мне в моем научном становлении и высказывал мне свою глубокую

доброжелательность и дружеский интерес".

В "столярной мастерской", ставшей сегодня уже почти легендарной, оба исследователя в октябре 1907 года начали свою совместную работу. Здесь в течение многих лет они проводили вместе измерения, в то же время Отто Ган мог осуществлять необходимые по программе работ химические опыты в частной лаборатории руководителя отделения неорганики Альфреда Штока. В помещении рядом со столярной мастерской во фракционировании мезотория участвовала также и Лиза Мейтнер. Как подчеркивал Ган, работа с этими радиоактивными веществами не принесла им никакого вреда.

Доли участия Отто Гана и Лизы Мейтнер в исследованиях были примерно одинаковыми. В соответствии со своим образованием Лиза Мейтнер разрабатывала больше физическую, а Отто Ган - химическую стороны общих проблем. Поэтому такое сотрудничество было особенно удачным.

"Наряду с моими чисто химическими работами, - говорил позднее Ган, - мы приступили теперь с физиком Лизой Мейтнер к исследованиям лучей радиоактивных веществ, прежде всего так называемых бета- и гамма-лучей. От моей органической химии больше ничего не осталось, завершилась трансмутация органика в исследователя атома".

Одним из их совместных результатов было обнаружение и экспериментальное доказательство радиоактивной отдачи. Этот эффект несколькими годами ранее предсказал Резерфорд, но сам он его не обнаружил. Это удалось сделать Отто Гану в конце 1908 - начале 1909 года. Лиза Мейтнер способствовала усовершенствованию новых методов, предложенных Ганом. В феврале 1909 года оба исследователя сообщили о результатах своих работ перед Немецким физическим обществом. Для дальнейшего развития атомной физики радиоактивная отдача имела особое значение, прежде всего для открытия нейтронов и искусственной радиоактивности.

Тогда даже в самом крупном из немецких

университетов еще не было возможностей для роста ученых, работающих в области радиологии. Нельзя было ожидать и приглашения на кафедру. Счастливой случайностью было основание в 1911 году Общества им. кайзера Вильгельма по поощрению наук. Отто Ган по представлению Эмиля Фишера получил задание создать в Институте химии отделение радиоактивности и руководить им в качестве временного члена общества. Когда в конце 1912 года был торжественно открыт только что построенный институт в Берлин-Далеме, отделение Гана, находившееся на первом этаже, состояло только из химической лаборатории и трех комнат для измерений. Большими отделами в институте руководили Эрнст Бекман и Рихард Вильштеттер.

Лиза Мейтнер, которая с 1912 по 1915 год была ассистенткой Планка (она была одной из первых женщин-ассистентов в прусских университетах), могла теперь вместе с Отто Ганом продолжать исследовательскую работу по радиоактивности уже в несравненно более благоприятных условиях. Вначале она работала в отделении, руководимом Ганом, только как гостья, но вскоре стала его сотрудницей.

В столярной мастерской оба исследователя проработали пять лет без ассистентов и лаборантов и делали "все своими руками". В Институте химии им. кайзера Вильгельма теперь "все стало совершенно иначе", как писал позднее Ган, и это несмотря на скромные поначалу средства. Здесь были "очень хорошие помещения, большая химическая лаборатория и комната для физических измерений, имелись механики, была мастерская и прежде всего совершенно новый институт без какого-либо радиоактивного заражения. Переезд в новое здание означал, таким образом, значительный прогресс в техническом отношении. Часть своих радиоактивных препаратов Ган оставил в Химическом институте университета, где он использовал их в дальнейшем для своих лекций с демонстрацией опытов по радиоактивности.

Из ученых примерно одного возраста с Лизой Мейтнер и Отто Ганом, поддерживавших с ними дружеские связи во время работы в столярной

мастерской, следует назвать прежде всего Джеймса Франка, Густава Герца, Отто фон Байера, Петера Прингсгейма, Роберта Поля и Вильгельма Вестфаля. Все они стали крупными, многие всемирно известными физиками, двое получили Нобелевские премии. После переселения в новый институт в Далеме круг друзей пополнился несколькими молодыми физиками и химиками.

Во время первой мировой войны Отто Ган, как "вице-фельдфебель", был призван на военную службу. Лиза Мейтнер, так же как и Мария Кюри, добровольно в качестве рентгенолога отправилась на фронт, пройдя в больнице в Берлин-Лихтерфельде курсы рентгенологии и анатомии. С 1915 года она долгое время была медсестрой-рентгенологом в полевых госпиталях австро-венгерской армии, однако еще до окончания войны возвратилась в институт и продолжила свою исследовательскую работу.

Отто Ган, который по ходатайству Фрица Габера был прикомандирован к специальному отделению и часто бывал в Берлине по служебным делам, вскоре смог снова участвовать в исследованиях. Их совместные исследования материнского вещества актиния, которые они начали в 1913 году, привели в 1917 году к открытию нового химического элемента, протактиния, единственного радиоактивного вещества в периодической системе, кроме радия, которое можно добывать граммами.

Лиза Мейтнер с 1914 года руководившая радиоактивным отделением в Институте химии, в 1919 получила от министерства науки, культуры и народного образования Пруссии звание профессора, а в 1922 году - академическое разрешение на преподавание физики в Берлинском университете. Список ее научных публикаций насчитывал к этому времени около сорока работ. Многие работы она написала совместно с Отто Ганом, некоторые - с другими исследователями, например с Джеймсом Франком. Статья "О возникновении спектров бета-лучей радиоактивных веществ" была представлена на конкурс для получения доцентуры.

В отзыве на четырех страницах Макс фон Лауэ высоко оценил исследовательскую работу своей коллеги. В заключение он писал "Так как фрейляйн Мейтнер принадлежит к признанным во всем мире исследователям в области радиоактивности, то факультет, безусловно, заинтересован в ее доцентуре. Поэтому я предлагаю допустить ее к пробной лекции и коллоквиуму и добавлю еще, что вношу следующее предложение: на основании 64 факультетского устава отказаться от того и другого, чтобы дать ей возможность показать перед факультетом свои, несомненно, основательные знания и в других областях физики". Физик-экспериментатор Рубенс выразил свое согласие с отзывом Лауэ во всех пунктах.

Как видно из протоколов, факультет отказался от пробной лекции и коллоквиума, а Лиза Мейтнер поблагодарила декана за этот "знак доверия", который она очень высоко оценила. Первую публичную лекцию она читала 31 октября 1922 года на тему "Значение радиоактивности для космических процессов". Ган вспоминает, что ежедневная газета в своем сообщении о лекции нового доцента допустила знаменательную ошибку: вместо слова "космических" было напечатано "косметических".

С 1926 года Лиза Мейтнер была "нештатным экстраординарным профессором" Берлинского университета. Она читала лекции по атомной физике и исследованиям радия. Неоднократно она получала почетные приглашения читать лекции за границей: в Копенгагене, Лондоне, Цюрихе и Риме. Коллеги глубоко уважали ее за научные заслуги, особенно в исследованиях бета- и гамма-лучей, а также за ее преданность науке, за ее энергию и глубокую убежденность "при почти детской скромности", как писал Ган.

Отто Ган, к радости своих сотрудников отказавшийся от приглашения в Высшую техническую школу в Ганновере, в 1928 году был назначен директором Института химии им. кайзера Вильгельма. Одновременно он продолжал преподавать в университете (с 1910 года в звании профессора), хотя его преподавательская деятельность и отходила на

задний план в сравнении с исследовательской.

Уже в 1925 году Ган в одной из публичных лекций в Академии (в 1924 году он был принят в Берлинскую Академию наук) рассматривал вопрос об использовании радиоактивности для исследования истории Земли. В этой лекции, которая была опубликована в 1926 году, он сообщил об известных тогда гелиевом и свинцовом методах. В начале 30-х годов исследователь вернулся к той мысли, которая занимала его перед переездом в новый институт лет двадцать назад, но не получила развития.

При исследовании канадской слюды, содержащей рубидий, Отто Ган пришел к выводу о возможности нового метода определения возраста земных пород, который имел множество преимуществ, особенно в случае очень старых пород, перед гелиевым и свинцовым методами и был намного более надежным. Он использовал факт образования из рубидия стронция. Предложенный им новый метод оказался эффективным и при определении возраста каменных метеоритов.

Метод радиоактивных "индикаторов", предложенный венгром Хевеши и немцем Пакетом, получил со стороны Отто Гана существенную поддержку. Использование искусственных радиоактивных изотопов в качестве индикаторов в медицине, химии, металлургии и в других областях вскоре получило широкое распространение. Во многих исследованиях участвовала и Лиза Мейтнер.

Одной из трагических глав новейшей истории немецких университетов является то, что Лиза Мейтнер в числе других ученых в 1933 году вынуждена была прекратить свою преподавательскую деятельность, так как она не принадлежала к лицам "чисто арийского" происхождения. На основе фашистского закона от 7 апреля 1933 года, который лицемерно назывался "Законом о переаттестации профессиональной бюрократии", исследовательница 6 сентября 1933 года была лишена диплома на право преподавания, одновременно с сорока семью другими членами

профессорско-преподавательского состава, среди которых были физик Петер Прингсгейм и философ Ганс Рейхенбах. За этим последовали и другие увольнения. Только Берлинский университет лишился таким образом свыше двухсот преподавателей.

Отто Ган и Макс Планк пытались, обратившись в министерство, воспрепятствовать осуществлению предполагаемых мер против Лизы Мейтнер. В своем письме от 27 августа 1933 года Ган подчеркивал, что исследовательница во время первой мировой войны добровольно ушла на фронт как медсестра-рентгенолог и что она пользуется международной славой как ведущий ученый в области исследований радия: по своему значению она стоит непосредственно рядом с лауреатом Нобелевской премии Марией Кюри. Он добавлял, что все сотрудники Института химии им. кайзера Вильгельма высказались за то, чтобы оставить Лизу Мейтнер в числе преподавателей университета.

Демарш Гана имел столь же малый успех у коричневых узурпаторов, как и попытка, которую предпринял Макс Планк как президент Общества им. кайзера Вильгельма. В своем письме от 30 августа 1933 года Планк подчеркивал, что Лиза Мейтнер является "выдающимся авторитетом" в области атомной физики и что ее вместе с Отто Ганом можно считать "душой Института химии им. кайзера Вильгельма", что этот институт своей славой и своим всемирным признанием обязан этим двум исследователям.

Все это не помогло. Всемирно известная женщина-физик, которую Эйнштейн называл "наша мадам Кюри" и за ее одаренность ставил выше Марии Кюри, не могла продолжать свою преподавательскую деятельность в Берлинском университете. "Охране не подлежит", - записал референт в официальной анкете. "Уволить", - гласило решение "генерального референта". "Лишить права преподавания", - говорится в заключительном "постановлении г-на министра".

Работа Лизы Мейтнер в Институте им. кайзера Вильгельма, который по статусу не был государственным учреждением, вначале не была связана с запретом преподавать в университете.

Как австрийская подданная, она могла и дальше продолжать свою исследовательскую работу. Но нацистская политика насилия глубоко проникла и в научную жизнь этого "частного" института. Первым, однако, красноречивым подтверждением этого стало "дело Габера". Бесцеремонное удаление многих достаточно зарекомендовавших себя сотрудников по "расовым" мотивам заставило ученого отказаться от руководства Институтом физической химии.

Когда вскоре после этого Габер умер за границей, Ган произнес речь на собрании, посвященном его памяти и проведенном главным образом благодаря усилиям Планка и вопреки желанию и воле вышестоящих инстанций. Ган прочитал также доклад, составленный учеником Габера, профессором Лейпцигского университета Карлом Фридрихом Бонхоффером, который не смог прочитать его сам, потому что министерство запретило всем работникам университетов участвовать в этом собрании. Гана, который с марта 1934 года не преподавал больше в Берлинском университете, этот запрет не касался.

Таким образом, плодотворное научное сотрудничество Отто Гана и Лизы Мейтнер, одним из результатов которого в 30-х годах была разработка новых радиохимических методов, в 1938 году было прервано из-за расового безумия гитлеровских фашистов.

После насильственного присоединения Австрии к гитлеровской Германии Лиза Мейтнер стала германской подданной; теперь, согласно фашистским законам, она не могла руководить отделением в Институте химии Общества им. кайзера Вильгельма. Попытка нового президента общества, химика Карла Боша, добиться для нее официального разрешения на выезд, не удалась: соответствующие инстанции всюду отказывали.

Заслуженной женщине-физику на 60-м году жизни не оставалось ничего иного, как в июле 1938 года тайно перейти голландскую границу. При содействии Нильса Бора, который дал ей первое пристанище, в Швеции ей были предоставлены возможности для работы. Позднее в течение многих лет Лиза Мейтнер была

профессором в Стокгольме. В американских и английских ядерных исследованиях, служивших цели изготовления атомных бомб, она, по ее собственным словам, "принимала не последнее участие". В 1960 году она переехала к родственникам в Кембридж, в Англию, где 27 октября 1968 года умерла.

Через несколько месяцев после бегства Лизы Мейтнер Отто Гану и его сотруднику Фрицу Штрасману удалось открыть расщепление урана.

Оба исследователя после множества опытов в середине декабря 1938 года убедились, что ядро урана-235 при облучении медленными нейтронами расщепляется на два более легких атомных ядра. 22 декабря 1938 года они закончили рукопись своего первого сообщения и отдали ее в печать. Статья появилась в журнале "Натурвиссеншафтен" 6 января 1939 года. Это один из основополагающих документов новейшей истории естествознания.

Немало великих открытий в истории науки, казалось, обязаны своим появлением лишь случайности. И действительно, их причиной нередко было счастливое стечение обстоятельств, хотя в науке, по словам Планка, никогда не существовало счастья без заслуг. Примерами могут служить открытия Эрстеда, Генриха Герца, Рентгена и Беккереля. К числу таких примеров можно отнести и обнаружение радиотория Отто Ганом. Но открытие расщепления урана является примером, подтверждающим, что в естествознании целенаправленная, планомерно ведущаяся в определенном направлении исследовательская работа в конце концов приведет к решающему результату.

Опыты, которые в конце 1938 года привели к расщеплению урана, Отто Ган, Лиза Мейтнер и Фриц Штрасман начали после того, как итальянский физик Энрико Ферми в 1934 году обстрелял медленными нейтронами химические элементы и искусственно получил при этом новые радиоактивные изотопы. Нейтроны оказались настолько подходящими для этой цели, что быстро выдвинулись на первый план как вспомогательное средство в ядерных

исследованиях, заменив собой альфа-частицы, с которыми работал главным образом Резерфорд. При помощи нейтронов можно было пробить панцирь ядра атома. С их помощью можно было проникнуть в такие атомные ядра, которые благодаря своим сильным положительным зарядам не давали доступа альфа-частицам, также заряженным положительно.

"Итальянец Ферми, - писал Ган в автобиографии, - первым доказал большое значение нейтронов для возбуждения ядерных реакций, выдвинув предположение, что эти незаряженные частицы смогут проникнуть в ядра атомов, не отталкиваясь их положительным зарядом. Ферми и его сотрудники поэтому облучали нейтронами элементы почти всей периодической системы. Они получали при захвате нейтронов сначала радиоактивные изотопы облучаемого элемента, которые затем при эмиссии бета-лучей распадались и переходили в атомы ближайших более высоких элементов. Итальянские исследователи довели свои опыты до урана, элемента с наибольшим тогда порядковым числом".

При чрезвычайно малых размерах атомного ядра в сравнении со всем атомом - ядро относится к целому атому, как булавочная головка к жилому дому средней величины, - желанные попадания в ядро и связанные с этим изменения в нем происходили очень редко.

Искусственно полученные Ферми изотопы как разновидности уже известных элементов входили в периодическую систему: они занимали то же место, однако имели (по числу нейтронов) различную атомную массу. Только при облучении урана такое расположение не удавалось. Так Ферми пришел к ошибочному выводу, что в данном случае образуются "трансураны": элементы, занимающие в периодической системе места по ту сторону урана. Как выяснилось позднее, это было заблуждение.

Немецкий химик Ида Ноддак усомнилась в предположении Ферми. Она высказала догадку, что здесь, возможно, само собой происходит расщепление тяжелого атомного ядра урана.

Однако ее точка зрения не нашла поддержки у физиков-ядерщиков. Распад ядра урана считался совершенно невозможным. Ферми не принимал такого предположения всерьез, а Отто Ган еще в 1936 году называл его абсурдным.

В опытах, которые Отто Ган и Лиза Мейтнер проводили сначала одни, а затем при участии ассистента Гана Фрица Штрасмана, они пыталась решить вопрос: действительно ли Ферми получил трансураны или речь здесь идет только об изотопных разновидностях протактиния, ближайшего к урану элемента с меньшим порядковым номером, как это утверждал один из бывших сотрудников Гана.

Решение повторить опыты Ферми и выяснить природу веществ, возникающих при облучении урана нейтронами, очевидно, было особенно соблазнительно для Отто Гана и Лизы Мейтнер. Как первооткрыватели и исследователи протактиния, они очень хорошо знали все химические свойства этого элемента. Итак, они лучше других могли судить о том, следует ли считать полученные Ферми мнимые трансураны изотопами протактиния или нет.

Результаты своей совместной работы над решением этого вопроса Лиза Мейтнер, Отто Ган и Фриц Штрасман публиковали между 1934 и 1938 годами примерно в двадцати работах. При этом они с безукоризненной точностью установили, что полученное Ферми вещество с периодом полураспада тринадцать минут ни в коем случае не является изотопом протактония. Речь должна была идти, очевидно, о трансурановых элементах.

И в опытах с замедленными, так называемыми тепловыми нейтронами поздней осенью 1938 года Отто Ган и Фриц Штрасман придерживались ошибочного взгляда, что они, как и Ферми, нашли один из новых элементов с более высоким порядковым числом, чем у урана. Они считали, что перед ними изотоп радия. Несмотря на все усилия, им, однако, не удалось отделить предполагаемый изотоп радия от бария с помощью известных методов разделения, так как он проявлял все свойства бария.

Так в конце концов на основе многочисленных

опытов Отто Ган и Фриц Штрасман 20 декабря 1938 года пришли к убеждению, что здесь в действительности речь идет о барии. Тяжелое ядро урана с числом ядерных разрядов 92 под действием медленных нейтронов, очевидно, "распадалось" на два более легких ядра: радиоактивное ядро бария с числом ядерных зарядов 56 и, как это вскоре выяснилось, ядро инертного газа криптона с числом ядерных зарядов 36. Ядерные заряды этих элементов, 56 и 36, при сложении давали число 92, ядерный заряд урана. Это было решающим открытием, имевшим далеко идущие последствия.

"Доказательство расщепления урана Отто Ганом и Фрицем Штрасманом, писала Лиза Мейтнер, - открыло новую эру в истории человечества. Научное достижение, лежащее в основе этого открытия, кажется мне потому таким удивительным, что оно было получено без какого-либо теоретического указания, чисто химическим путем".

Сегодня можно сказать, что это открытие, которое проложило дорогу к покорению энергии атомного ядра, превосходило по своему значению и своим последствиям открытие Рентгена. Поначалу оно взволновало только ученых и не вызвало столь же всеобщего внимания, как "сенсационное открытие" 8 ноября 1895 года.

Удивительный результат, полученный Ганом и Штрасманом, противоречил всему прежнему опыту и всем теоретическим ожиданиям. Продукты реакции до сих пор всегда лежали в непосредственной близости от облучаемых элементов. Они или были изотопом исходного элемента, или удалялись от него самое большее на одно или два места в системе элементов. Физики-ядерщики не хотели ничего знать о "скачках" в периодической системе. Это и служило помехой, как говорил позднее Ган, "прыжку в необычное".

Понятно, что в таких условиях Отто Ган и Фриц Штрасман сначала отнеслись к результатам своего опыта с недоверием и сдержанностью.

В статье "О доказательстве получения и поведении земельно-щелочных металлов,

возникающих при облучении урана нейтронами", в которой они описали свои опыты, говорится: "Как химики, мы, собственно, должны были бы на основе только что проведенных опытов переименовать вышеприведенную схему и вместо Ra, Ac, Th поставить символы Ba, La, Ce. Как "ядерные химики", в определенной мере близко стоящие к физике, мы еще не можем решиться на этот противоречащий всему прошлому опыту ядерной физики прыжок. Может быть, в наши результаты закрался ряд странных случайностей" (см. факсимиле).

Эта нерешительная и осторожная манера выражения не была следствием строгой самокритичности, свойственной всем великим исследователям-экспериментаторам; она была вызвана тем обстоятельством, что опыты еще продолжались и конечные результаты не были известны. Во всяком случае, создавалось впечатление, что Ган и Штрасман сами неправильно оценили свое открытие. Так думал даже Эйнштейн.

"Я не считаю себя творцом высвобожденной атомной энергии, - сказал он в 1945 году. - Я сыграл при этом лишь второстепенную роль. В действительности я не предвидел, что она будет высвобождена еще при моей жизни. Я верил только в теоретическую возможность этого. Практически пригодной она стала прежде всего из-за случайного открытия цепной реакции, а этого я не мог предвидеть. Она была открыта в Берлине Ганом, который еще неправильно интерпретировал свое открытие. Правильную интерпретацию дала Лиза Мейтнер, которая бежала из Германии и вручила свою информацию Нильсу Бору".

Эти высказывания Эйнштейна, во многом неточные, поддерживают, к сожалению, неумную легенду - она получила распространение после 1945 года, утверждающую, что Лиза Мейтнер при побеге из Германии захватила с собой часть документации о немецких исследованиях атома, "вручила" ее Нильсу Бору, и таким образом за границей узнали тайну расщепления атома. Но об этом не может быть и речи.

По поводу заявлений Эйнштейна Ган в 1955

году в одном из писем замечал: "Однажды случайно среди многочисленных сообщений профессора Эйнштейна я прочитал, что г-н Штрасман и я совершенно не знали, что делали, и даже что главную заслугу следует приписать работе профессора Мейтнер. При всем моем дружеском отношении к моей коллеге картина такого рода была бы неправильной".

Отто Ган указал на действительно безупречное сообщение об истории расщепления урана, которое уже в начале 1940 года опубликовал американский физик Тарнер. В этом сообщении говорится, что Ган и Штрасман "с большой сдержанностью" изложили неожиданные и поразительные результаты, казавшиеся несовместимыми с уже известными свойствами ядер. "Авторы считали возможным, что ряд необычных случайностей в совокупности может привести к ошибочным результатам. Несмотря на это, их сообщение побудило других исследователей к дальнейшей работе, которая вскоре принесла достаточные доказательства правильности выводов Гана и Штрасмана".

Еще до того, как 6 января 1939 года в журнале "Натурвиссеншафтен" появилась первая публикация о расщеплении урана, Ган сообщил в письме своей бывшей сотруднице о поразительных результатах последних опытов. Лиза Мейтнер тотчас же увидела физические связи. Вместе со своим племянником, физиком-атомщиком Отто Робертом Фришем, учеником Нильса Бора, она дала исчерпывающее с точки зрения ядерной физики толкование наблюдения Гана Штрасмана.

Мейтнер и Фриш признали, что расщепление ядра должно само собой происходить при необычайно большом, не наблюдавшемся ранее ни в каком ядерном процессе выделении энергии. Они первыми определили количество энергии, которое высвобождается при расщеплении урана: оно должно быть в миллионы раз больше, чем энергия, выделяющаяся при превращении таких же количеств углерода в углекислый газ в процессе горения или при подобных ему химических процессах. При этом они ввели сегодня уже ставшее привычным выражение

"расщепление ядра"; оно получило права гражданства в литературе по ядерной физике: Ган и Штрасман говорили о "разрыве" ядра урана под действием замедленных нейтронов.

В своем втором сообщении, которое было опубликовано в журнале "Натурвиссеншафтен" 10 февраля 1939 года, Ган и Штрасман отметили, что в то время, когда записывались результаты их последних опытов, они получили рукопись двух сообщений, которые должны были быть напечатаны в английском журнале "Нейче": авторы, Лиза Мейтнер и О.Р. Фриш, прислали их еще до публикации. В этих работах Мейтнер и Фриш обсуждали "разрыв" ядра урана и тория на две приблизительно одинаковые части. О.Р. Фриш также приводил экспериментальные доказательства появления очень богатых энергией частиц при облучении урана и тория нейтронами.

Физик-ядерщик Отто Роберт Фриш, который во время второй мировой войны принимал участие в разработке атомных бомб в Англии и в Соединенных Штатах, а позднее стал профессором теоретической физики в Кембриджском университете, так описывал в 1955 году события конца 1938 года: "Когда я на рождество посетил Лизу Мейтнер в Швеции (недалеко от Гётеборга), она показала мне письмо, или корректуру, где излагалось открытие Гана - Штрасмана. После долгой дискуссии мы убедились, что расщепление ядра урана "а две приблизительно одинаковые части совместимо с капельной моделью Бора. Нам удалось показать, что этот процесс должен проходить при выделении огромного количества энергии. После моего возвращения в Копенгаген я рассказал Нильсу Бору об открытии Гана - Штрасмана и о нашем толковании. Через несколько дней после этого Бор поехал в Америку, и когда в конце января туда поступил журнал "Натурвиосеншафтен" с работой Гана - Штрасмана, Бор на заседании Американского физического общества доложил о нашем толковании. Некоторые физики тотчас же покинули заседание и через несколько часов могли экспериментально доказать предсказанное

выделение энергии. Только несколько дней спустя Бор узнал, что мне это еще раньше удалось сделать в Копенгагене".

В другом месте Фриш рассказал, как объяснение расщепления ядра, которое они обсуждали в разговорах с Лизой Мейтнер во время рождественских каникул, с большим трудом редактировалось для совместной публикации; "редактирование" велось по телефону, потому что Лиза Мейтнер тем временем уехала в Стокгольм, а Фриш возвратился в Копенгаген.

Статья, законченная Мейтнер и Фришем в середине января, была опубликована 16 февраля 1939 года. Незадолго до этого Жолио-Кюри, который примерно в то же время, что и Фриш, смог экспериментально установить высвобождение энергии атомного ядра, доложил о своих результатах в сообщениях Парижской Академии наук.

Определяющим для дальнейшей разработки вопросов, вставших перед исследователями после открытия расщепления урана, было признание возможности цепной реакции. Таким путем могли быть до бесконечности умножены процессы расщепления и тем самым должна была лавинообразно возрастать высвобождающаяся энергия. В своем первом сообщении о расщеплении урана Ган и Штрасман еще не высказывали такой мысли.

Весной 1939 года Жолио-Кюри и его сотрудники в ходе многочисленных экспериментов получили доказательство того, что при процессах расщепления ядра высвобождаются дополнительные нейтроны, которые в свою очередь могут снова разрушать ядра урана при условии, что программа опыта будет построена с учетом сохранения этих дополнительных нейтронов. Ферми и Герберт Андерсон сообщали о подобных же результатах проведенных ими опытов.

В своем втором сообщении от 10 февраля 1939 года Ган и Штрасман указали на возможность испускания дополнительных нейтронов, но скудное оборудование и слабые источники лучей, которые были в их

распоряжении, не позволили им действительно установить возникающий при расщеплении ядра избыток нейтронов. Заслуга доказательства цепной реакции принадлежит другим исследователям. Существование этого явления было доказано через три месяца после открытия расщепления урана.

С открытием расщепления ядра и с пришедшим вслед за этим убеждением в возможности атомной цепной реакции эйнштейновская формула 1905 года E = mc2 - результат чистых фундаментальных исследований - внезапно приобрела неслыханно огромное практико-техническое значение. Не заставили себя ждать и непредвиденные социальные последствия этого открытия. По словам Макса Борна, формула Эйнштейна с открытием расщепления урана и цепной реакции стала "своего рода связующим звеном между физикой и политикой".

Открытия конца 1938 - начала 1939 года были подлинным "прыжком в необычное". Еще за пять лет до этого зачинатель ядерных исследований Эрнст Резерфорд на одном из научных форумов со всей определенностью заявил: "Превращения атома представляют для ученых чрезвычайный интерес, но мы не можем так контролировать атомную энергию, чтобы она имела практическую ценность, и я полагаю, что мы, очевидно, никогда не будем в состоянии сделать это".

Это "никогда" Резерфорда было не единственным ошибочным пророчеством великих естествоиспытателей; множество других предсказаний опровергались дальнейшим развитием естествознания и техники.

Среди немецких физиков первым поставил вопрос об использовании атомной энергии Зигфрид Флюгге, который был в то время техническим советником при Институте химии, руководимом Ганом. В июне 1939 года в журнале "Натурвиссеншафтен" он опубликовал статью под названием "Можно ли технически использовать энергию атомных ядер?". Флюгге высказал также мысль об управляемом использовании ядерной энергии при помощи тормозящего вещества. Величину высвобождаемой энергии он наглядно

подтвердил впечатляющим примером.

Одна из главных трудностей технического использования ядерной энергии заключалась в том, что для цепной реакции нужен был редкий изотоп урана с массовым числом 235, отделенный от урана-238, который "улавливает", или захватывает, дополнительные нейтроны прежде, чем они могут расщепить уран-235. Другая возможность получения атомной энергии возникала как раз из этого захвата нейтронов определенной скорости ураном-238, в результате чего образовывался новый, похожий по своим качествам на уран-235 элемент, который в 1940 году был обнаружен в США и назван плутонием.

Для получения в больших количествах урана-235 и вскоре открытого плутония нужны были особые установки, создание которых требовало необычайно больших затрат денежных средств.

С этого момента речь шла уже об общественном влиянии открытия расщепления ядра и ядерной реакции: физика стала политикой. В случае наличия необходимых средств ничто не мешало использовать атомную энергию и для производства оружия, которое намного превосходило по своей разрушительной силе все ранее известные виды оружия. Дальнейшая судьба ядерных исследований определялась ходом политических событий.

Отто Ган писал в конце 1946 года, что гитлеровское правительство оставило его с сотрудниками "в покое". По его мнению, это произошло частично из-за определенного страха, частично из-за тайной мысли, что химики-ядерщики совершат какие-либо открытия, которые помогут установлению немецкого господства во всем мире. Гитлеровцы "злились", как говорил Ган, на него и его сотрудников за то, что он опубликовал в научных журналах все результаты исследований и отверг любые предложения сохранить тайну.

В результате за границей создалось впечатление, что в гитлеровской Германии ведется лихорадочная работа в области ядерных исследований. К тому же зарубежные физики из первых рук получили точные сведения о состоянии немецких ядерных исследований.

"Американцы получали также преимущество оттого, - замечал Ган в автобиографии, - что мы в течение всей войны публиковали наши результаты; они же, напротив, ничего не публиковали. Так, они могли в полной мере контролировать и использовать наши результаты, мы же не могли ничего от них перенять".

Действительно, первое сообщение о работах американских, английских и канадских исследователей-атомщиков было опубликовано только в 1946 году, через год после применения атомного оружия.

В тех кругах, которые определяли тогда политику Соединенных Штатов Америки, первоначально так же мало думали о военно-техническом использовании новых достижений атомной физики, как и в гитлеровской Германии. На возможность подобного использования достижений ядерных исследований впервые обратили внимание физики-эмигранты. "Изгнанные физики знали, - писал Макс Борн, - что не будет никакого спасения, если немцам первым удастся создать атомную бомбу. Даже Эйнштейн, который всю свою жизнь был пацифистом, разделял этот страх и дал уговорить себя нескольким молодым венгерским физикам, просившим предупредить президента Рузвельта".

Один из этих венгерских физиков, Евгений Вигнер, который до эмиграции преподавал в Высшей технической школе в Берлин-Шарлоттенбурге, в 1955 году рассказал историю письма Эйнштейна Рузвельту. По его словам, Лео Сцилард, бывший ассистент Макса фон Лауэ, и он в июле 1939 года посетили Эйнштейна на его даче для того, чтобы побудить его написать личное послание Рузвельту и обратить внимание правительства США на возможность военно-технического использования атомной энергии. Эйнштейн понял опасность, которую таило любое промедление, и "экспромтом" продиктовал письмо Рузвельту.

Вигнер так заканчивает свое сообщение: "Во время нашего визита к Эйнштейну мы знали очень мало или почти ничего не знали о работах немцев в связи с расщеплением урана. Нам известен был тот факт, что Вайцзеккер занимает

высокий пост в правительстве, а его сын - известный физик. Поэтому мы предполагали, что германское правительство знает о возможностях расщепления урана. Но это было только предположение".

В начале письма Эйнштейна говорится: "Новая работа Энрико Ферми и Лео Сциларда, которая передана мне в рукописи, заставляет меня предполагать, что элемент уран в близком будущем можно будет превратить в новый важный источник энергии. Известные аспекты сложившейся из-за этого ситуации, по-видимому, требуют бдительности и в случае необходимости быстрых действий со стороны правительства".

Эйнштейн изложил затем ряд предложений и рекомендаций.

Он указал на то, что расщепление ядра, вероятно, можно будет использовать для изготовления бомб нового вида. Если такая бомба окажется слишком тяжелой для доставки самолетом, то ее можно доставить на корабле в порт и там взорвать; она могла бы разрушить все портовое хозяйство и часть окрестностей. Эйнштейн предлагал уделить этим вопросам необходимое внимание и снабдить требуемыми денежными средствами лаборатории, которые занимались исследованиями в области ядерной физики. Необходимо было создать и соответствующий запас урановой руды.

Письмо Эйнштейна заканчивалось словами: "Я знаю, что Германия прекратила продажу урана с чешских рудников сразу же после их захвата. То, что эти меры приняты столь быстро, объясняется, очевидно, тем, что сын германского статс-секретаря фон Вайцзеккер прикомандирован к Институту им. кайзера Вильгельма в Берлине, где теперь повторяются известные американские работы с ураном".

Вместе с этим письмом, которое Сцилард составил на основании "экспромта" и которое Эйнштейн подписал 2 августа 1939 года, Рузвельту был передан также составленный и подписанный Сцилардом меморандум от 15 августа 1939 года, в котором подробнее рассматривались изложенные Эйнштейном факты и точки зрения. "Есть основания предполагать, -

говорится в нем, - что использование быстрых нейтронов позволит легко конструировать чрезвычайно опасные бомбы. Разрушительная сила этих бомб может быть оценена только приблизительно, но нет никакого сомнения в том, что она намного превосходит все, что могут себе представить военные".

В 1952 году Эйнштейн рассказывал о своей роли в разработке американского атомного оружия в одном из японских журналов: "Мое участие в изготовлении атомной бомбы выразилось в одном-единственном поступке: я подписал письмо президенту Рузвельту, в котором подчеркивалась необходимость широких экспериментальных исследований возможности изготовления атомной бомбы. Конечно, я понимал, что удача этого мероприятия несла человечеству ужасную опасность. Но вероятность того, что немцы тоже работают над этой проблемой, и, возможно, работают успешно, вынудила меня сделать этот шаг. Я не видел иного выхода, несмотря на то что всегда был убежденным пацифистом. Убийство на войне, по моему мнению, ничем не лучше обычного убийства".

После разгрома гитлеровского фашизма выяснилось, что опасения Альберта Эйнштейна и его коллег были напрасными. В Германии не предпринимались попытки изготовлять атомные бомбы. И обусловлено это было не моральными соображениями, которые были совершенно чужды создателям лагерей по уничтожению и газовых камер, а техническими трудностями (при отделении урана-235) и уверенностью, что война за мировое господство может быть выиграна с применением обычного оружия. При этом сыграли свою роль пренебрежительное отношение гитлеровских фашистов к науке и их безмерная самоуверенность.

В сообщении, которое в 1946 году было опубликовано в журнале "Натурвиссеншафтен", а в 1947 году - в английском журнале "Нейче", Вернер Гейзенберг дает исчерпывающее описание хода и окончательных результатов работ по использованию атомной энергии, которые велись в гитлеровской Германии во

время второй мировой войны. Статью Гейзенберга, показанную до передачи в печать ряду физиков и химиков, участвовавших в работе с ураном (в том числе и Отто Гану), следует рассматривать как достоверный документ истории науки, освещающий этот круг вопросов.

По словам Гейзенберга, немецкие, американские и английские работы над атомной энергией к началу 1942 года можно сравнить с весами. И та и другая стороны до этого времени занимались научным вопросом о возможности и способах использования энергии атомного ядра. Приблизительно в одно время на обеих сторонах пришла примерно к одинаковым результатам, за исключением области разделения изотопов, в которой американские и английские исследователи, используя различные методы, достигли гораздо больших успехов, чем немецкие ученые. Затем, когда в США с большими затратами стали работать над созданием атомных бомб, физики-атомщики в Германии, "имеющие средства в размере примерно одной тысячной доли американских", занимались вопросом о машине, приводимой в движение атомной энергией.

В статье, напечатанной в 1953 году в одном из западногерманских журналов, Гейзенберг вновь возвратился к этой теме: "К сожалению, широко распространена легенда, будто бы в Германии делались попытки создания атомных бомб. Перед началом войны правительство поставило перед физиками-атомщиками вопрос об использовании атомной энергии в бомбах или в машинах. Научные работы, связанные с этим вопросом, велись с осени 1939 года до весны 1942 года. Результаты исследований: при умеренных технических затратах можно построить атомный котел, в котором атомная энергия будет использоваться для превращения химических элементов, а также для производства тепла. Далее утверждалось, что возможно и создание атомных бомб, однако это потребует больших технических затрат".

В статье Гейзенберга говорится также: "Но в то время германская промышленность была уже загружена до предела своих мощностей и

существовал так называемый приказ фюрера, согласно которому могли вестись только такие разработки, которые давали практический результат в течение полугода.

Естественно, что о работах с ураном не могло быть и речи, и поэтому летом 1942 года высокие инстанции решили отказаться от попытки изготовления атомных бомб. Это решение, согласное с желанием немецкого военного руководства, было, конечно, логичным. Так как, если бы эта попытка была предпринята, то вследствие перегрузки промышленности и все более усиливающихся воздушных налетов она не достигла бы цели. Такое решение избавило физиков, участвовавших в работах по овладению атомной энергией, от тяжелого морального выбора, перед которым они оказались бы, появись приказ об изготовлении атомных бомб. Итак, попытки создания атомных бомб не предпринимались".

Карл Фридрих фон Вайцзеккер подчеркивал в одном из писем, что немецкие исследователи-ядерщики не стояли перед выбором участвовать или не участвовать в производстве атомного оружия. Он глубоко сожалел, что немецкие ученые не дали своим коллегам по ту сторону фронта отчетливо понять, что они не работают над атомными бомбами. "Может быть, такие сведения многое изменили бы, - писал он, - но упущенного не исправить".

Не без оснований опасаясь того, что гитлеровское правительство поручит живущим в Германии физикам-ядерщикам использовать открытие Отто Гана для производства атомного оружия, США с 1942 года ускоренно начали осуществлять урановый проект.

Уже сам путь от эксперимента Гана и Штрасмана до первого атомного реактора, который был построен в Чикаго Ферми (с участием Артура Комптона) и 2 декабря 1942 года пущен в действие, требовал, по словам Борна, "чудовищно больших затрат умственной энергии, отваги, искусности, организации и денег". Техническое осуществление проекта по созданию атомных бомб, завершившееся их преступным применением в Хиросиме и Нагасаки,

стоило более двух миллиардов долларов.

Создатель первого атомного реактора руководил работами по изготовлению атомной бомбы. Энрико Ферми, один из крупнейших физиков нашего времени, выдающийся экспериментатор и теоретик, уже в 25 лет стал профессором теоретической физики в Римском университете. За свои достижения в опытах с нейтронами он получил в 1938 году Нобелевскую премию. После получения премии в Стокгольме он не возвратился в фашистскую Италию, поселившись в Соединенных Штатах Америки, сначала в Нью-Йорке, затем в Чикаго.

Существует множество описаний, большей частью приукрашенных, где сообщается о том, как в атомных городах, особенно в Лос-Аламосе, под общим научным руководством Роберта Оппенгеймера осуществлялся американский проект по созданию атомной бомбы, так называемый "проект Манхэттен".

Кроме Оппенгеймера и Ферми, в числе руководителей работ над проектом были такие ученые, как Ганс А. Бете, известный своими опытами по синтезу ядер, Гарольд К. Юри, открывший "тяжелый водород", Эрнст О. Лоуренс, создатель циклотрона, Гленн Т. Сиборг, в сотрудничестве с другими физиками открывший многие истинные трансураны, и другие исследователи-ядерщики. Эдвард Теллер, будущий изобретатель водородной бомбы, также принадлежал к большому отряду физиков-атомщиков, работавших над изготовлением нового оружия. Эта "армия" насчитывала около 200 тысяч человек: от всемирно известных, награжденных Нобелевскими премиями физиков и химиков, до подсобных рабочих.

Никогда еще в истории естествознания и техники ни один научно-технический проект не поглощал таких колоссальных сумм и не объединял такого числа исследователей и изобретателей, как американский проект по созданию атомной бомбы, осуществлявшийся с 1942 по 1945 год. Однако успех заставил себя ждать, ибо гитлеровская Германия, для которой предназначались бомбы - их действие хотели опробовать на еще не разрушенных городах,

таких, как Дрезден, - благодаря быстрому продвижению советских войск была повержена еще до того, как была готова первая атомная бомба.

Когда это стало ясно, один из ведущих физиков-ядерщиков, поднял свой голос против применения этого ужасного оружия. Этим физиком был Нильс Бор, который некоторое время, после того как он осенью 1943 года совершил побег из Дании, состоял советником по теоретическим вопросам в Лос-Аламосе. В памятной записке, которую он в 1944 году направил Рузвельту, и в личной беседе с президентом он настоятельно советовал ему отказаться от применения ядерного оружия (после его изготовления) с той целью, для которой оно было создано; по его мнению, подобные действия привели бы к "роковому спору" и в будущем послужили бы помехой всемирному сотрудничеству естествоиспытателей.

Год спустя, в начале июля 1945 года, за несколько недель до пробного взрыва в Аламогордо, семь крупных ядерщиков, не принимавших непосредственного участия в создании атомной бомбы, обратились в американское военное министерство. Доклад, написанный по инициативе Джеймса Франка, который первым поставил под ним свою подпись, вошел в историю науки и в историю человечества под названием "Доклад Франка". Доклад предостерегал от любого использования сил атома в целях уничтожения масс и призывал исследователей к международному сотрудничеству в области использования атомной энергии.

Главной целью доклада было привлечь внимание правительства США к тем политическим проблемам, которые вытекали из специфики ядерной физики. Так как достижения физиков-атомщиков связаны с несравнимо большей опасностью, чем все естественнонаучные и технические открытия прошлого, указывалось в докладе, исследователи-ядерщики несут ответственность за то применение, которое политики уготовили

результатам их исследований.

Эта ответственность увеличивается в тем большей степени, что против разрушительной силы ядерной энергии не существует действительной защиты. Только "всемирная политическая организация" смогла бы уберечь человечество от внезапного самоуничтожения.

Содержащееся в докладе Франка предложение продемонстрировать только что созданное ядерное оружие лишь как устрашающее наглядное средство перед делегацией ООН и таким образом побудить Японию прекратить военные действия не было принято правящими кругами США. Президент Трумэн, который в то время находился в Потсдаме на конференции трех великих держав по Германии и был оповещен шифрованной телеграммой об удаче пробного взрыва 16 июля 1945 года, отдал приказ о применении атомных бомб против Японии. Созданный правительством комитет физиков-ядерщиков, в который входили Оппенгеймер, Ферми, Артур Х. Комптон и Эрнст О. Лоуренс, не сделал ничего, чтобы воспрепятствовать этому преступлению. Ферми, как утверждают, придерживался мнения, что при производстве ядерного оружия речь идет только о "прекрасной физике".

Империалисты США были намерены продемонстрировать в самой кровавой форме ту силу, которую вложили им в руки исследователи атома; они стремились запугать человечество и утвердить свои притязания на господство во всем мире. В военном отношении уничтожение в ходе атомной бомбардировки двух крупных японских городов было в то время так же бессмысленно, как за полгода до этого варварское разрушение в результате "обычного" воздушного налета Дрездена - города памятников искусства.

Преступление в Хиросиме и Нагасаки - прикладная "прекрасная физика" Ферми, - стоившее жизни 200 тысячам человек, было направлено не только против японского гражданского населения; оно должно было одновременно продемонстрировать военное превосходство США над Советским Союзом, который тогда еще не располагал атомным

оружием.

Атомные молнии над Японией были сигналом окончания второй мировой войны. Но они же возвестили о начале той беззастенчивой "политики с позиции силы", которая долгое время отравляла международные отношения и неоднократно приводила народы на грань войны.

Американское атомное преступление произвело на всех гуманистически настроенных людей ошеломляющее впечатление.

Когда Альберт Эйнштейн услышал сообщение по радио, он буквально потерял дар речи от ужаса; он мог сказать только: "Увы!" Его глубоко возмутило заявление Трумэна о там, что США вложили в эту крупнейшую в истории научную азартную игру два миллиарда долларов и блестяще выиграли ее. Эйнштейн всегда осуждал этот человеконенавистнический акт и сожалел о своем письме Рузвельту, положившем начало производству атомного оружия.

"Если бы мы продемонстрировали перед другими нациями пробный взрыв в Аламогордо, в Нью-Мехико, - писал он в 1946 году, - то мы смогли бы использовать этот взрыв как средство воспитания в духе новых идей. Это была бы впечатляющая и благоприятная возможность выдвинуть всесторонне продуманные предложения для всемирного приказа об окончании войны. Наш отказ от этого оружия, столь ужасного в практическом применении, оказал бы большое влияние на переговоры и убедил бы другие нации в искренности нашего желания совместно с ними, как равноправными партнерами, развивать эти только что высвобожденные силы в целях всеобщего блага".

О том, как угнетало это позорное преступление милитаристов США широкие слои американского населения, свидетельствуют замечания Бертольда Брехта в связи с американской постановкой его пьесы "Жизнь Галилея". Под впечатлением сообщения о применении атомных бомб против Японии он записал: "Когда в Лос-Анджелесе были получены первые газетные сообщения, все уже знали, что это означает конец войны, возвращение сыновей и братьев. Но этот огромный город возвысился до

удивительной печали. Автор слышал, что говорили автобусные кондуктора и продавщицы на фруктовых рынках - в их словах был только ужас. Была победа, но в ней был позор поражения... Стало постыдным что-либо изобретать".

Немецкие исследователи атома, которые тогда были тайно перевезены в Англию, услышали сообщение о бомбардировке Японии по Лондонскому радио. Вначале они не хотели верить, что речь идет об "атомной бомбе". Однако, когда сообщение подтвердилось, больше всего оно задело и глубоко потрясло Отто Гана, так как именно его открытие в декабре 1938 года сделало возможным это ужасное преступление. Как сообщал Макс фон Лауэ, Ган с отвращением заявил: "Я не имею к этому никакого отношения". Для ученого, которому были глубоко чужды чувство враждебности к другим народам и расовая ненависть, кровавой насмешкой должно было прозвучать замечание одного из офицеров охраны, который, пытаясь успокоить его, заявил: "Пусть лучше погибнут несколько тысяч япошек, чем один из наших парней".

Ган был арестован в конце апреля 1945 года отрядом англичан и американцев, прибывших на броневике, в Тайльфингене в Вюртемберге, где в помещениях текстильной фабрики временно разместился его институт. Вместе с Лауэ, Герлахом, Вайцзеккером, Гейзенбергом, Флюгге и некоторыми другими физиками он был доставлен в Англию, в окрестности Кембриджа.

Там из сообщения по радио Ган узнал также, что Шведская Академия наук присудила ему Нобелевскую премию за 1944 год. Он смог получить ее в Стокгольме лишь в декабре 1946 года. К тому времени он принял на себя руководство Обществом им. кайзера Вильгельма в Гёттингене; после своего повторного основания оно получило имя Макса Планка. До 1960 года Ган был его президентом. Затем он передал свой пост биохимику и лауреату Нобелевской премии Адольфу Бутенандту.

Наряду с Максом фон Лауэ Отто Ган был, несомненно, самым решительным антифашистом среди остававшихся в Германии во времена

фашизма известных естествоиспытателей. Об этом свидетельствует также и письмо Эйнштейна, которое он написал Гану 29 января 1949 года в ответ на просьбу возобновить членство в теперешнем Обществе им. Макса Планка. Эйнштейн, не желавший больше иметь никаких дел с немецкими организациями из-за преступлений, совершенных немцами, особенно по отношению к евреям, ответил, что ему очень трудно сказать "нет" человеку, который принадлежит к числу немногих, сохранивших порядочность в те страшные годы и делавших все, что было в их силах.

Отто Ган не мог не ощущать глубокого трагизма, связанного со столь преступным использованием научного исследования, далекого от каких бы то ни было нечистых побуждений. Но ядерная энергия может быть использована не только для уничтожения людей; существует также и применение ее для мирных целей.

Трагическая дата - 6 августа 1945 года, - несомненно навсегда останется в памяти человечества и в истории науки как день рождения атомного века. Но намного памятнее более достойная и знаменательная дата - 27 июня 1954 года, - когда открытие расщепления урана и цепной реакции впервые стало источником энергии для мирной промышленности и сельского хозяйства. В этот день была пущена первая в мире атомная электростанция, сооруженная по заданию Академии наук СССР под руководством советского физика Курчатова в Обнинске под Москвой. Хотя вклад этой первой, еще небольшой атомной электростанции в энергетическое хозяйство страны был невелик и во многих странах мира уже построены более мощные атомные электростанции, день ее открытия является днем рождения мирного использования ядерной энергии.

Ядерная физика, ядерная химия и ядерная техника сегодня добились огромных успехов в применении высвобожденной силы атома. Исследователи-ядерщики всех стран обсуждают на международных форумах вопросы своей науки. Уран действительно, как говорил Отто Ган

в докладе "Современная алхимия", стал своего рода "философским камнем". "Цепная реакция может в биллионы и триллионы раз усилить процессы, прежде поддававшиеся изучению только с помощью самых чувствительных методов физики и химии. Химические элементы расщепляются в любых количествах, создаются другие. Трансмутация элементов становится обычным делом, и вряд ли есть хоть одна область чистых и прикладных исследований, в которой алхимики XX века не могут с пользой применять свои искусственные продукты трансмутации". Ган указывал на то, что вместо силы воды и вместо все более и более уменьшающихся запасов угля и нефти на передний план выступает использование для мирных целей атомных сил.

Правда, продолжает существовать атомное оружие, хотя мы знаем, что оно не должно быть применено, если человечество не хочет погибнуть. Макс Борн писал об этом странном положении, сложившемся в результате прежних отказов США согласиться на атомное разоружение: при невообразимо огромных затратах подготавливается война, "которая не должна произойти ни при каких обстоятельствах".

Идея "самоуничтожения войны", которую высказал в одной из статей 1929 года немецкий химик Вильгельм Оствальд, в атомном веке выступила на передний план. За осуществление этой идеи должно неутомимо бороться миролюбивое человечество. И сравнение, которое привел Оствальд, и его выводы касаются нашего времени. Оствальд писал: "Мы начинаем жить как обитатели наполненного горючими веществами дома, в очаге которого поддерживается незатухающий огонь; любая неосторожность или злонамеренность может раздуть всемирный пожар. Что можем и что должны мы делать в такой ситуации? Мы должны убрать горючие вещества, то есть все, что поддерживает имеющиеся разногласия воли или препятствует их выравниванию. Обоюдное понимание - вот требование дня".

Этому требованию отвечают сегодня все шаги и устремления, ведущие к ограничению атомного

вооружения, к уменьшению политической напряженности и вместе с тем к предотвращению опасности атомной войны. В первую очередь следует назвать здесь договор о нераспространении ядерного оружия и предложения по созданию безатомных зон. Сюда же относятся конгрессы Всемирного Совета Мира, который впервые заседал в 1948 году в Париже под председательством Фредерика Жолио-Кюри, затем предложенные Альбертом Эйнштейном Пагуошские конференции ученых, предостережения исследователей-ядерщиков об опасности атомного вооружения, призывы Альберта Швейцера и Карла Фридриха фон Вайцзеккера; Фонд мира Бертрана Рассела и многие другие предложения в духе доклада Франка поставить атомное оружие вне закона и использовать высвобожденную энергию атома исключительно для мира и благосостояния народов.

Подобно Максу Борну, Джеймсу Франку, Альберту Эйнштейну, Бертрану Расселу, Лайнусу Полингу, Джону Д. Берналу, Вальтеру Фридриху, Густаву Герцу и другим гуманистически настроенным ученым, Отто Ган был убежден в том, что мировая война с применением ядерного оружия была бы концом человечества и что необходимо употребить все силы для ее предотвращения.

Уже в 1947 году первооткрыватель расщепления урана закончил доклад о цепной реакции и ее значении пожеланием: "Пусть же в борьбе возможностей надежда на благотворное действие атомной энергии, поставленной на службу человечеству, одержит победу над страхом перед всеуничтожающим действием бомбы!"

Несколько лет спустя он говорил: "Мы с ужасом видам, что наука действительно дала в руки человечеству средства уничтожить самое себя. Мы призываем народы Земли и их государственных деятелей закрыть те дороги, которые ведут к этому уничтожению". Осуществить это можно лишь путем "взаимопонимания народов, несмотря на различие их идеологий, подобно существующим

сегодня различиям идеологий Запада и Востока".

Страстный гуманист, противник любых военных приготовлений, Отто Ган как и его бывший сотрудник Фриц Штрасман - был в числе тех "восемнадцати гёттингенцев", которые в апреле 1957 года подписали всемирно известное "Гёттингенское обращение", торжественно заявив, что никогда не будут участвовать в изготовлении, испытании или применении атомного оружия в каком бы то ни было виде. Поэтому Ган от всего сердца приветствовал Московский договор 1963 года об ограничении испытаний атомного оружия.

В связи с 80-летием в знак признания его заслуг в изучении естественной радиоактивности, а также за теоретическое толкование трех больших рядов распада и основополагающее открытие расщепления урана Отто Ган был награжден медалью Гельмгольца от имени Берлинской Академии наук. В приветственном адресе Академии подчеркивалось, что Ган всегда выступал против губительного применения расщепления атома и что его позиция в этом вопросе способствовала его славе. Отто Ган умер 28 июля 1968 года. Он был одним из крупнейших естествоиспытателей и одним из достойнейших людей нашего времени. "Его постоянная готовность прийти на помощь, его юмор и любовь к шуткам, его высокое чувство ответственности, его мужество помогали ему находить правильный путь в тяжелые времена и нужный выход в трудных ситуациях и завоевали ему любовь и уважение всех людей, которые с ним соприкасались". Так писала Лиза Мейтнер в марте 1964 года в журнале "Натурвиссеншафтен" в статье по случаю 85-летия Отто Гана.

В поздравлении, которое она в это же время передала ему по радио из Англии, как бы подводится итог их жизни: "В научной работе мы вместе прошли долгий путь и были добрыми друзьями. Каждый из нас видел в своей жизни много хорошего, испытал немало трудностей, и, оглядываясь назад, мы можем, надеюсь, сказать:

Счастливому взору
увидеть дано:

все, чтоб ни случалось,
прекрасно равно".

И хотя далеко не все из того, что увидели за девять десятилетий Отто Ган и Лиза Мейтнер, было прекрасным, неужели, вопреки всему, нельзя подвести этими словами Гёте счастливый итог долгой жизни, отданный служению науке и человечеству?

Ответственность науки

Из заявления третьей пагуошской конференции (1958)

Ученые всего мира должны внести свой вклад в воспитание и образование людей, способствуя пониманию ими тех опасностей и тех возможностей, которые связаны с беспрецедентным развитием естествознания. Мы призываем наших коллег во всех странах поддержать эти усилия как при обучении взрослых, так и в школьном преподавании. Воспитание в особенности должно быть направлено на совершенствование всех форм человеческих отношений, и прежде всего необходимо исключить любое прославление войны и культ силы.

Знание своего дела позволяет ученым предвидеть заранее опасности, вытекающие из развития естествознания, и ясно представлять связанные с ним перспективы. Они обладают здесь особыми правами и вместе с тем несут особую ответственность за решение самой жгучей проблемы нашего времени.

В существующих условиях национального недоверия и возникающей из-за этого гонки вооружений все отрасли естествознания (физика, химия, биология и психология) все чаще ставятся на службу военным целям. Для многих людей во многих странах слово "естествознание" стало равнозначным понятию "военная техника". Естествоиспытателей либо превозносят за их вклад в национальную оборону, либо проклинают за то, что они, создав средства массового уничтожения, привели человечество на грань катастрофы. Растущая материальная поддержка естествознания во многих странах является главным образом следствием прямого или косвенного влияния естествознания на военный

потенциал страны и вклада естествознания в успех гонки вооружений.

Это, однако, отвлекает естествознание от его собственной цели, которая состоит в том, чтобы увеличивать сумму человеческих знаний и помогать покорению сил природы для блага всего человечества.

Мы сожалеем, что обстоятельства привели к такой ситуации, и обращаемся ко всем людям и их правительствам: необходимо создать предпосылки для длительного и прочного мира.

Это заявление подписали 70 ученых, в том числе:

Н.Н. Боголюбов

Макс Борн

Виктор фон Вайскопф

Евгений П. Вигнер

А.П. Виноградов

Леопольд Инфельд

Сесиль Ф. Пауэлл

Лайнус Полинг

Бертран Рассел

Гюнтер Ринеккер

Д.В. Скобельцын

Лео Сцилард

Ганс Тирринг

Джордж П. Томсон

Хидеки Юкава

Лайош Яноши

Библиография

Bagge E., Die Nobelpreistrager der Physik. Ein Beitrag zur Geschichte der Naturwissenschaften, Munchen, 1964.

Bernal J.D., Die Wissenschaft in der Geschichte, Berlin, 1967.

Bonin W. v., Die Nobelpreistrager der Chemie. Ein Kapitel Chemie-Geschichte, Munchen, 1963.

Einstein A. u. Infeld L., Die Evolution der Physik. Von Newton bis zur Quantentheorie, Hamburg, 1956. Русск. перев.: А. Эйнштейн и Л. Инфельд, Эволюция физики, в: А. Эйнштейн, Собр. научных трудов, т. IV, М., 1967.

Finger O. u. Herneck F., Von Liebig zu Laue. Ethos und Weltbild groBer deutscher Naturforscher und Arzte, Berlin, 1963.

Hermann A., GroBe Physiker, Stuttgart, 1959.

Hermann A., u. a., Deutsche Nobelpreistrager, Munchen, 1968.

Hund F., Grundbegriffe der Physik, Mannheim, 1969.

Иванов Б.Н., Новая физика, М., 1963.

Иоффе А.Ф., Встречи с физиками, М., 1960.

Кузнецов Б.Г., Развитие физических идей от Галилея до Эйнштейна в свете современной науки., М., 1966.

Laue M. v., Geschichte der Physik, Bonn, 1950. Русск. перев.: М. Лауэ, История физики, М., 1956.

Ленин В.И., Материализм и эмпириокритицизм, Поли. собр. соч., т. 18.

Leprinse-Ringuet L. (Hrsg.), Die beruhmten Erfinder, Physiker und Ingenieure, Koln, o. J.

March A., Das neue Denken der modernen Physik, Hamburg, 1955.

Mason St.F., Geschichte der Naturwissenschaft in der Entwicklung ihrer Denkweisen, Stuttgart, 1961.

Oppenheimer J.R., Wissenschaft und allgemeines Denken, Hamburg, 1955.

Poggendorff I.G., Biograf isch-literarisches Handworterbuch der exakten Naturwissenschaften, Red. v. R. Zaunick und H. Salie, Bd. VII a., Berlin, 1956...1962.

Reichenbach H., Philosophische Grundlagen der Quantenmechanik, Basel, 1949.

Russel B., Das Naturwissenschaftliche Zeitalter, Stuttgart, Wien, 1953.

Sachtleben R. u. Hermann A., GroBe Chemiker, Stuttgart, 1960.

Steenbeck M., Wissen und Verantwortung. Reden und Aufsatze 1959...1967, Berlin - Weimar, 1967.

Thirring H., Der Weg der theoretischen Physik von Newton bis Schro-dinger, Wien, 1962.

WeiBkopf V.F., Der Wunder des Wissens, Munchen, Wien, Basel, 1964. Русск. перев.: В.Ф. Ваископф, Наука и удивительное, М., 1965.

Weizsacker C.R. v., Atomenergie und Atomzeitalter, Frankfurt am Main, 1958.

Wilson W., A Hundred Years of Physics, London, 1950.

Zimmer E., Umsturz im Weltbild der Physik. Mit

einem Geleitwort von Max Planck, Munchen, 1961.

Энгельс Ф., Диалектика природы, в: К. Маркс и Ф. Энгельс, Соч., т. 20.

Джеймс Клерк Максвелл

Boltzmann L., Populare Schriften, Leipzig, 1905.

Broda E., Ludwig Boltzmann, Berlin, 1957. Русск. перев.: Э. Брода, Людвиг Больцман, в: Л. Больцман, Статьи и речи, М., 1970.

Crowther J.G., GroBe englische Forscher, Berlin, 1948.

Helmgoltz H. v., Vortrage und Reden, Braunschweig, 1903.

Konigsberger L., Hermann von Helmholtz, 3 Bande, Braunschweier, 1902...1903.

Ostwald W., GroBe Manner, Leipzig, 1910.

Schutz W., Michael Faraday, Leipzig, 1968.

Генрих Герц

Gerlach W., Heinrich Hertz, в: Humanitat und naturwissenschaftliche Forschung, Braunschweig, 1962.

Hertz G., Heinrich Hertz, в: Von Adam Ries bis Max Planck, Hrsg, v. G. Harig, Leipzig, 1961.

Hertz H., Erinnerungen, Briefe, Tagebucher, hrsg. v. Johanna Hertz, Leipzig, 1927.

Heinrich Hertz, Gedenkfeier der Freien und Hansestadt Hamburg am 24 Februar 1957, Hamburg, 1957.

Hertz H., Gesammelte Werke, Leipzig, 1892...1894.

Kurylo F., Ferdinand Braun, Munchen, 1965.

Laue M. v., Heinrich Hertz, в: Aufsatze und Vortrage, Braunschweig, 1961. Русск. перев.: М. Лауэ, Генрих Герд, в: М. Лауэ, Статьи и речи, М., 1969.

Planck M., Heinrich Hertz, Gedachtnisrede, в: Physikalische Abhandlaungen und Vortrage, Braunschweig, 1958.

Вильгельм Конрад Рентген

Debye P, Rontgen und seine Entdeckung, "Deutsches Museum. Abhandlungen und Berichte", 6. Jg. (1934), Heft 4.

Dessauer F., Die Offenbarung einer Nacht. Leben und Werk1 von Wilhelm Conrad Rontgen, 4. Aufl., Frankfurt am Main, 1958.

Friedrich W., Wilhelm Conrad Rontgen,

"Physikalische Zeitschrift", 24. Jg. (1923), S. 353...360.

Glasser O., Wilhelm Conrad Rontgen und die Geschichte der Rontgenstrahlen, 2. Aufl., Berlin, Cottingen, Heidelberg, 1959.

Rontgen W.C., Grundlegende Abhandlungen uber die X-Strahlen, Leipzig, 1954.

Rontgen W.C., Briefe an L. Zehnder, Zurich, Leipzig, Stuttgart, 1935.

Мария и Пьер Кюри

Curie E., Madam Curie, Leipzig, 1958. Русск. перев.: Е. Кюри, Мария Кюри, М., 1968.

Curie M., Pierre Curie, Wien, 1950. Русск. перев. в: Мария Кюри, Пьер Кюри, М., 1959.

M. Curie-Sklodowska, Selbstbiographie, Leipzig, 1962.

Friedrich W., Madam Curie. Strahlentherapie,51. Band (1934), S. l...6.

Joliot-Curie F., Wissenschaft und Verantwortung. Ausgewahlte Schriften, Berlin, 1962.

Ostwald W., Lebenslinien, Band II, Berlin, 1927.

Paneth F.A., Marie Sklodowska-Curie - Die Entdeckerin des Radiums, в: Forscher und Wissenschaftler im heutigen Europa, Oldenburg - Hamburg, 1955.

Макс Планк

Born M., Max Karl Ernst Ludwig Planck 1858...1947 (engl.) в: Ausgewahlte Abhadlungen, Band II, Gottingen, 1963, S. 626...646. Русск. перев.: М. Борн, Физика в жизни моего поколения, М., 1963.

Einstein A., Max Planck als Forscher, "Die Naturwissenschaften", l.Jg. (1913), Heft 45. Русск. перев.: А. Эйнштейн, Макс Планк как исследователь, Собр. научи, трудов, т. IV.

Heisenberg W., Das Plancksche Wirkungsquantum, Berlin, 1945.

Hermann A., Fruhgeschichte der Quantentheorie (1899...1913), Mos-bach Baden, 1969.

Herneck F., Ein Brief Max Plancks uber sein Verhaltnis zum Gottesglauben, "Forschungen und Fortschritte", 32. Jg. (1958), Heft 12.

Hund F., Geschichte der Quantentheorie, Mannheim, 1967.

Laue M. v., Max Planck, "Die Naturwissenschaften", 35. Jg. (1948), Heft 1.

Max Planck zum Gedenken, Berlin, 1959.

Planck M., Vortrage und Erinnerungen, Darmstadt, 1965. Max Planck in seinen Akademie-Ansprachen, Berlin, 1948. Русский перевод ряда академических речей Планка см.: М. Планк, Единство физической картины мира., М., 1966.

Planck M., Physikalische Abhandlungen und Vortrage, 3 Bande, Braunschweig, 1958.

Strauss M., Max Planck und die Entstehung der Quantentheorie, в: Forschen und Wirken. Festschrift zur 150-Jahr-Feier der Humboldt-Universi-tat zu Berlin, hrsg. W. Gober und F. Herneck, Band I, Berlin, 1960.

Vogel H., Zum Philosophischen Wirken Max Plancks, Berlin, 1961.

Альберт Эйнштейн

Born M., Die Relativitatstheorie Einsteine, 4. Aufl., Berlin, Gottingen, Heildelberg, 1964. Русск. перев.: М. Борн, Эйнштейновская теория относительности, М., 1972.

M. Born, Erinnerungen an Einstein, Berlin, 1967. Русский перев.: М. Борн, Физика в жизни моего поколения, М., 1963.

Einstein A. u. Infeld L., Uber die spezielle und die allgemeine Relativitatstheorie, Berlin, Oxford, Braunschweig, 1969. Русск. перев.: А. Эйнштейн, Собр. научи, трудов.

Einstein A., Mein Weltbild, Frankfurt am Main, 1956.

Einstein A., Briefe an Maurice Solovine, Berlin, 1960.

Einstein A. u. Born M., Briefwechsel 1916...1955, kommentiert von M. Born, Munchen, 1969.

Einstein A., Sommerfeld A., Briefwechsel, hrsg. v. A. Hermann, Basel, Stuttgart, 1968.

Frank Ph., Einstein. Sein Lefyen und seine Zeit, Munchen, Leipzig, Freiburg u. Br., 1949.

Heller K.D., Ernst Mach. Wegbereiter der modernen Physik, Wien, New York, 1964.

Herneck F., Albert Einstein - Ein Leben fur Wahrheit, Menschlichkeit und Frieden, 3. Aufl., Berlin, 1967. Русск. перев.: Ф. Гернек, Альберт Эйнштейн. Жизнь во имя истины, гуманизма и мира, М., 1966.

Herneck F., Die Beziehungen zwischen Einstein

und Mach, Dokumentarisch dargestellt, "Wissenschaftliche Zeitschrift der Friedrich-Schiller-Universitat Jena. Math.-Naturwiss. Reihe", 15. Jg. (1966), Heft 1., S. 1...14.

Herneck F., Einstein und die Sowjetunion, в: Deutschland - Sowjetunion. Aus funf Jahrzehnten kultureller Zusammenarbeit, Berlin, 1966.

Herneck F., Einstein und die Humboldt-Universitat, "Wissenschaftliche Zeitschrift der Humboldt-Universitat zu Berlin. Math.-Naturwiss. Reihe", XV (1966), Heft 5, S. 797...801.

Herneck F., Einstein und die Willensfreiheit, "Physik in der Schule", 7. Jg. (1969), Heft 4, S. 145...149.

Infeld L., Albert Einstein. Sein Werk und sein Einf luB auf unsere Welt, Wien, 1953.

Infeld L., Leben mit Einstein. Kontur einer Erinnerung, Wien, Frankfurt am Main, Zurich, 1969.

Treder H.J., Relativitat und Kosmos, Berlin, Oxford, Braunschweig, 1968.

Макс Фон Лауэ

Feierstunde zu Ehren von Max von Laue an seinem 80. Geburtstag am 9. Oktober 1959 in Berlin, "Mitteilungen aus der Max-Planck-Gesellschaft", 1959. Heft 6.

Friedrich, Knipping, Laue, Die RSntgenstrahl-Interferenzen, Leipzig, 1955. Walter Friedrich - Leben und Wirken, hrsg. v. Friedrichsrat der DDR, Berlin, 1963.

Laue M. v., Ober Hermann von Helmholtz, в: Forschen und Wirken, Festschrift zur 150-Jahr-Feier der Humboldt-Universitat zu Berlin, Band I, Berlin, 1960.

Laue M. v., Rontgenstrahl-fnterferenzen, 3. Aufl., Frankfurt am Main, 1960.

Laue M. v., Gesammelte Vortrage und Schriften, 3 Bande, Braunschweig, 1961.

Meissner W., Max von Laue als Wissenschaftler und Mensch. Sonderdruck aus den Sitzungsberichten der Bayerischen Akamedie der Wissenschaften, Munchen, 1960.

Нильс Бор и Вернер Гейзенберг

Bohr N., Uber den Bau der Atome, Berlin, 1925.

Bohr N., Das Quantenpostulat und die neuere Entwicklung der Atomistik, в: W, Heisenberg, N. Bohr, Die Kopenhagener Deutung der

Quantentheorie. Dokumente der Naturwissenschaft, Stuttgart, 1963.

Bohr N., Atomtheorie und Naturbeschreibung, Berlin, 1931.

Bohr N., Uber Erkenntnisfragen der Quantenphysik, в: Max - Planck Festschrift 1958, Berlin, 1958.

Bohr N., Atomphysik und die menschliche Erkenntnis, Braunschweig, 1958. Русск. перев.: Н. Бор, Атомная физика и человеческое познание, М., 1961.

Bohr N., Die Entstehung der Quantenmechanik, в: Werner Heinsenberg und die Physik unserer Zeit, Braunschweig, 1961. Русский перевод этой и перечисленных выше статей Бора в: Н. Бор, Избранные труды, т. II, М., 1971.

Das Bohrsche Alommodell. Dokumente der Naturwissenschaft, Stuttgart, 1964.

Фок В.А., Об интерпретации квантовой механики, М., 1957.

Frank J., Niels Bohrs Personlichkeit, "Die Naturwissenschaften", 50. Jg. (1963), Heft 9.

Frank L. u. Hertz G., Die ElektronenstoBversuche. Dokumente der Naturwissenschaft, Munchen, 1967.

Haas A.E., Der erste Quantenansatz fur das Atom. Dokumente der Naturwissenschaft, Stuttgart, 1966.

Heisenberg W., Physik und Philosophie, Frankfurt am Main, 1959. Русск. перев.: В. Гейзенберг, Физика и философия, М., 1963.

Heisenberg W., Der Teil und das Ganze. Gesprache im Umkreis der Atomphysik, Munchen, 1969.

Horz H., Werner Heisenberg und die Philosophie, Berlin, 1966.

Pauli W., Aufsatze und Vortrage uber Physik und Erkenntnistheorie, Braunschweig, 1961.

Planck M., Die Bohrsche Atomtheorie, в: Abhandlungen und Vortrage, Braunschweig, 1958.

Rosenfeld L., Rosental S., Niels Bohr, "Nuclear Physik". Amsterdam vol. 41 (1963), Heft 11.

Тамм И.О., Нильс Бор - великий физик XX века, "Успехи физических наук", т. 80, вып. 2, 1963.

Эрвин Шрёдингер и Макс Борн

Born M., Physik im Wandel meiner Zeit, 2. Aufl., Braunschweig, 1958, Русск. перев.: М. Борн, Физика в жизни моего поколения, М., 1963.

Born M., Physik und Politik, Gottingen, 1960.

Born M., Zur statistischen Deutung der Quantenmechanik. (Mit Biographie von A. Hermann), Dokumente der Naturwissenschaft, Stuttgart, 1962.

Born M., Ausgewahlte Abhandlungen, 2 Bande, Gottingen, 1963.

Born M., Experiment und Theorie in der Physik, Mosbach - Baden, 1969. Русск. перев.: М. Борн, Физика в жизни моего поколения.

Born H. u. M., Der Luxus des Gewissens. Erlebnisse und Einsichte im Atomzeitalter, Munchen, 1969.

Broglie L. de, Licht und Materie, Hamburg, 1941.

Frank J., Ein GeburtstagsgruB an Max Born, "Physikalische Blatter", 18. Jg. (1962), S. 541...544.

Heisenberg W., Gedenkworte fur Erwin Schrodinger. Orden Pour le merite fur Wissenschaften und Kunste, Heidelberg, 1962.

Herneek F., In memoriam Max Born, "Spektrum", 16. Jg., 1970, Heft 2/3, S. 76...79.

Schrodinger E., Meirie Weltansicht, Hamburg, Wien, 1961. Schrodinger E., Was ist ein Naturgesetz?, Munchen, Wien, 1962.

Schrodinger E., Die Wellenmechanik. (Mit Biographie von A. Hermann), Dokumente der Naturwissenschaft, Stuttgart, 1963.

Schrodinger, Planck, Einstein, Lorentz, Briefe zur Wellenmechanik, Wien, 1963.

Vogel H., Physik und Philosophie bei Max Born, Berlin, 1968.

Отто Ган и Лиза Мейтнер

Andrade E.N. da C., Rutherford und das Atom, Munchen, 1965. Beitrage zur Physik und Chemie des 20. Jahrhunderts. Lise Meitner, Otto Hahn und Max von Laue zum 80. Geburtstag, Braunschweig, 1959.

Einstein A., Aus meinen spaten Jahren, 2. Aufl., Stuttgart, 1953.

Fermi L., Mein Mann und das Atom, Dusseldorf, Koln, 1956. Русск. перев.: Л. Ферми, Атомы у нас дома, М., 1959.

Hahn O., Vom Radiothor bis Uranspaltung. Eine Wissenschaftliche Selbstbiographie, Braunschweig, 1962.

Hahn O., Lise Meitner 85 Jahre. "Die Naturwissenschaften", 50. Jg. (1963), Heft. 21.

Hahn O., Mein Leben, Munchen, 1968.

Herneck F., Zum Wissenschaftlichen Wirken von Otto Hahn und Lise Meitner im Chemischen Institut der Berliner Universitat, "Wissenschaftl. Zeitschrift der Humboldt-Universitat zu Berlin. Math.-Naturwiss. Reihe", XVI (1967), Heft 5, S. 833...837.

Herneck F., Emil Fischer als Mensch und Forscher, "Zeitschrift fur Chemie", 10. Jg. (1970), Heft 2, S. 41...48.

Jungk R., Heller als tausend Sonnen. Das Schicksal der Atomforscher, Berlin, Stuttgart, Wien, 1956. Русск. перев.: Р. Юнг, Ярче тысячи солнц, М., 1964.

Meitner L., Hahn O., Atomenergie und Freiden, Schriftenreihe der Osterreichischen UNESCO-Komission, 1954.

Meitner L., Otto Hahn. Der Entdecker der Uranspaltung, в: Forscher und Wissenschaftler im heutigen Europa, Oldenburg - Hamburg, 1955.

Oppenheimer J.R., Drei Krisen der Physiker, Olten - Freiburg i. Br., 1966. Русск. перев.: Р. Оппенгеймер, Летающая трапеция. Три кризиса в физике. М., 1967.

Pauling L., Leben oder Tod im Atomzeitalter, Berlin - Weimar, 1964.

Seelig C. (Hrsg.), Helle Zeit - Dunkle Zeit. In memoriam Albert Einstein, Zurich, Stuttgart, Wien, 1956.

Smyth H.D., Atomenergie und ihre Verwertung im Kriege, Basel, 1947. Русск. перев.: Г.Д. Смит, Атомная энергия для военных целей, М., 1946.

Willstatter R., Aus meinem Leben, Wienheim, 1958.

Литература

1. А.П. Чехов, Собр. соч., т. 10, М., 1963, стр. 465.

2. К. Маркс, Машины. Применение природных сил и науки, "Вопросы истории естествознания и техники", вып. 25, М., изд-во "Наука", 1968, стр. 75...76.

3. L. Tondl, Man and Science, Praha, 1969,

p. 23.
4. Л. Фейхтвангер, Собр. соч., т. 1, М., 1963, стр. 61.
5. К. Маркс и Ф. Энгельс, Соч., т. 20, стр. 513.
6. К. Маркс и Ф. Энгельс, Соч., т. 20, стр. 511.
7. В.И. Ленин, Полн. собр. соч., т. 18, стр. 293.
8. В.И. Ленин, Полн. собр. соч., т. 18, стр. 372.
9. М.Ю. Гольдштейн, Основы философии химии, Спб., 1902, стр. 9...10.
10. A. Einstein, Mem Weltbild, Amsterdam, 1934, S. 208.
11. А. Эйнштейн, Собр. научн, трудов, т. IV, стр. 163.
12. А. Эддингтон, Пространство, время, тяготение, Одесса, 1923, стр. 180.
13. "Нильс Бор и развитие физики", М., 1958, стр. 39.
14. "Природа", 1971, №12, стр. 92.
15. Луи де Бройль, По тропам науки, М., 1962, стр. 172.
16. Л. Инфельд, Мои воспоминания об Эйнштейне, в кн. "Эйнштейн и современная физика", М., 1956, стр. 236.
17. К. Маркс и Ф. Энгельс, Соч. т. 39. стр. 327
18. Ф Гернек, Альберт Эйнштейн, М., 1966, стр. 187.
19. А. Эддингтон, Относительность и кванты. М. - Л., 1933, стр. 130.
20. К. Маркс и Ф. Энгельс, Соч., т. 20, стр. 370.
21. Макс Планк, Сборник к столетию со дня рождения, М., 1958, стр. 51.
22. Философия науки. Естественнонаучные основы материализма, ч. I, вып. 1, М. - Пг., 1923, стр. 148.
23. А. Пуанкаре, Ценность науки, М., 1906, стр. 187.
24. Ж. Ж Руссо, Эмиль или О воспитании, Спб., 1912, стр. 11.
25. А. Эддингтон, Относительность и кванты, стр. 144.
26. К. Маркс и Ф. Энгельс, Соч., т. 20, стр. 12.
27. Гегель, Соч., т. X, М., 1932, стр. 267.
28. Гегель, Соч., т. II, М. - Л., 1934, стр. 44.

29. Гегель, Соч., т. II, М. - Л., 1934, стр. 50.
30. Гегель, Соч., т. II, стр. 60.
31. А. Эйнштейн, Собр. научи, трудов, т. II, стр. 81.
32. К. Маркс и Ф. Энгельс, Соч., т. 20, стр. 483.
33. К. Маркс и Ф. Энгельс, Соч., т. 20, стр. 546.
34. Б. Лефевр, Преступление против будущего планеты, "За рубежом", 1973, №4, стр. 22...23.
35. В.И. Ленин, Полн. собр. соч., т. 36, стр. 381.

Liveinternet
СЕРВИС СТАТИСТИКИ