

УСПЕХИ ФИЗИЧЕСКИХ НАУКИЗ ИСТОРИИ ФИЗИКИ**РАБОТЫ П. Н. ЛЕБЕДЕВА ПО ИНФРАКРАСНОЙ
СПЕКТРОСКОПИИ****Б. А. Киселев**

В настоящее время приборы инфракрасной спектральной техники получили достаточно совершенное оформление и позволяют решать ряд практических задач, в частности, быстро исследовать газы, жидкости и твёрдые тела. Как известно, такого рода приборы состоят в основном из источника инфракрасной радиации, монохроматора, приёмника лучистой энергии и элементов автоматизации, позволяющих регистрировать на протяжении всего исследуемого спектрального диапазона спектры поглощения.

Представляется интересным осветить некоторые стороны истории развития техники инфракрасных лучей и, в особенности, напомнить о работах русских учёных в этой области.

Пионерами инфракрасной спектроскопии в России были Петр Николаевич Лебедев и его ученики.

Всемирно признанный за свои работы в области изучения электромагнитных волн, блестяще доказавший существование давления света, П. Н. Лебедев работал также и с инфракрасным интервалом электромагнитных волн; ему мы обязаны разработкой конструкции двойного монохроматора, метода автоматической записи спектров, им же была значительно повышена чувствительность приёмников радиации.

Для того чтобы характеризовать научную деятельность Петра Николаевича Лебедева (1866—1912), необходимо вспомнить положение в науке в 90-х годах прошлого века*). В тот период не было ещё электронной теории, теории относительности, квантовая теория не существовала.

*) За ряд сведений из биографии П. Н. Лебедева приношу глубокую благодарность члену-корреспонденту АН СССР Т. П. Кравцу.

Теория Максвелла была известна, но не было ясного физического понимания её, эта теория представлялась сложным нагромождением математических выводов. Только после опытов Герца электромагнитное поле и электромагнитные волны оказались в центре внимания физиков.

Вполне естественно, что внимание Петра Николаевича привлекли электромагнитные волны и в 1895 году он ставит свою знаменитую работу о двойном лучепреломлении электромагнитных волн¹.

Он обнаруживает волны длиной в 6 мм и даже в 4 мм, т. е. те волны, которые с величайшим трудом осваиваются современной радиолокацией. Эта работа принесла П. Н. Лебедеву славу блестящего экспериментатора — «мирового чемпиона эксперимента» (П. П. Лазарев). Характерно, что при жизни Петра Николаевича никто не смог продвинуться дальше в инфракрасную область со стороны длинных электромагнитных волн и только в двадцатых годах русские учёные А. А. Аркадьева-Глаголева, а также М. А. Левитская продвинулись дальше. Петр Николаевич предполагал, что выработанная им методика будет подхвачена и использована для исследований чисто оптического характера в новом спектральном диапазоне. Но при том состоянии лабораторной техники такие задачи были по плечу только ему. Только теперь спектроскопическое исследование веществ с помощью микроволн получило бурное развитие во всех странах.

Петр Николаевич глубоко понимал общность электромагнитных волн и непрерывность их в переходе от радиоволн к инфракрасным волнам. Написанная им в 1901 году популярная работа «Скала электромагнитных волн в эфире»² подводит итоги электромагнитному пониманию явлений излучения. Эта работа стала классической и до сего времени является неотъемлемым элементом преподавания в высшей школе.

Петр Николаевич начал заниматься изучением инфракрасных спектров в лаборатории Физического института Московского университета. Он понимал преимущества автоматической регистрации спектров, но известный к тому времени метод регистрации Лангley не удовлетворял его. Этот метод обладал двумя крупными недостатками. Во-первых, используемый гальванометр, несмотря на магнитную защиту, давал слишком непостоянное положение нуля; во-вторых, при исследовании длинных инфракрасных лучей (до 15 микрон) могли быть большие ошибки из-за наложения коротковолнового рассеянного света (Ланглей применял ординарный монохроматор). Созданная Петром Николаевичем установка, коренным образом отличавшаяся от других, тогда известных, носила в себе такие элементы новизны, которые в несколько усовершенствованном виде неотъемлемо сохраняются в современных устройствах.

Главное, что отличало этот спектрофотометр, названный Петром Николаевичем «Спектрограф для ультракрасных лучей»³, это применение двойного монохроматора, вакуумного микрорадиометра и оригинальной системы автоматической записи спектров.

Схема двойного монохроматора П. Н. Лебедева видна из рис. 1. Излучение от штифта Нернста N падает на зеркало S ($f = 25$ см), проходит через узкую щель K и зеркалом S_1 ($f = 50$ см) направляется на первую призму P_1 из каменной соли ($\varphi = 30^\circ$), к большему катету которой на оптическом контакте прилегает посеребрённая стеклянная пластинка. Входящий в призму параллельный пучок идёт под углом, близким к углу наименьшего отклонения; этим улучшается качество спектра. Далее лучи идут на зеркало S_2 , от него к щели M , которая вырезает узкий пучок их, попадающий на зеркало S_3 . Ещё раз пройдя через призму, теперь уже P_2 , и отразившись от зеркала S_4 , лучи попадают на спай вакуумного микрорадиометра R , стоящего за узкой щелью. Для юстировки прибора по жёлтой линии натрия служит зрительная труба F , с помощью которой можно визировать положение микрорадиометра и спектра. Для того чтобы направлять на спай микрорадиометра нужные участки спектра, обе призмы P_1 и P_2 поворачиваются на необходимый угол с помощью шарнирного параллелограмма $P_1B_1B_2P_2$, жёстко связанного одной своей стороной с рычагом H .

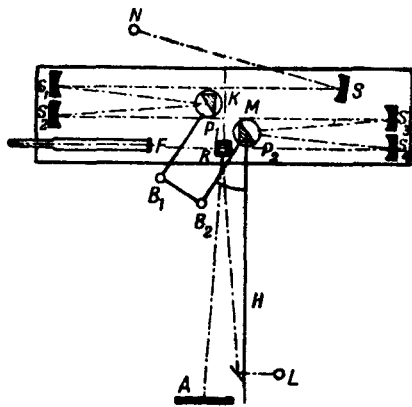


Рис. 1.

Зеркальце микрорадиометра подсвечивается от лампочки L . Лучи от зеркальца через узкую длинную щель падают на фотопластинку A . Совместное движение зайчика от зеркальца и фотопластинки даёт в результате кривую, которая характеризует пропускание объекта.

Зеркальце микрорадиометра подсвечивается от лампочки L . Лучи от зеркальца через узкую длинную щель падают на фотопластинку A . Совместное движение зайчика от зеркальца и фотопластинки даёт в результате кривую, которая характеризует пропускание объекта.

Очень интересно выполнен привод, равномерно перемещающий фотопластинку и поворачивающий призмы на определённый угол. Для автоматического исполнения этих движений Петром Николаевичем был разработан особый масляный насос, названный им «Клепсидра». Устройство его видно из рис. 2. Перед работой груз G поднимается в высшее положение, стальная лента T наматывается на колесо K , последнее закрепляется. Кассета с пластинкой A устанавливается на своё место и фиксируется винтом V .

Если освободить колесо K , лента T разматывается и груз G начинает равномерно опускаться. При этом поршень давит на жидкость, которая продавливается сквозь отверстие в сменной втулке J в верхнюю полость цилиндра. При этом фотопластинка опускается; ребро клина E давит на конец рычага H , поднимаемого пружиной D , и призмы поворачиваются. Заменяя втулку другой с иным отверстием, можно изменять скорость регистрации.

Наиболее благоприятная скорость позволяет на пластинке длиной 18 см зарегистрировать спектр в интервале 0,6–15 микрон в течение 25 минут.

На рисунке не показано ещё одно устройство, состоящее из диска с секторами, которое будучи связано с поршнем, опускается и тем самым регулирует интенсивность излучения штифта Нериста. Это сделано для того, чтобы ослабить слишком сильное коротковолновое излучение.

Ставя на пути лучей, например, кювету с исследуемой жидкостью, снимают первую кривую. Повторяя этот процесс, но уже без кюветы, получают другую кривую. Отношение ординат кривых и даёт пропускание для каждой данной длины волны.

Весьма существенной частью прибора является вакуумный микрорадиометр⁴, существенно отличающийся от прибора Бойса⁵, во-первых, применением так называемой диамагнитной астазии и, во-

вторых, впервые в истории, применением вакуума для повышения чувствительности⁶. Последнее обстоятельство настолько повысило чувствительность, что стала необходимой особая амортизация прибора, осуществлённая уже после смерти П. Н. Лебедева К. П. Яковлевым, который использовал всю установку и описал её в своей магистерской диссертации⁷. Построенный П. Н. Лебедевым вакуумный микрорадиометр намного опередил аналогичные предложения иностранных учёных, сумевших даже, как это ни странно, запатентовать их.

В совокупности описанных элементов «ультракрасного спектрографа» мы видим прообраз современных регистрирующих инфракрасных спектрофотометров.

Таким образом, и в этом деле виден приоритет русской науки и заслуги русского учёного, одного из величайших физиков мира — П. Н. Лебедева.

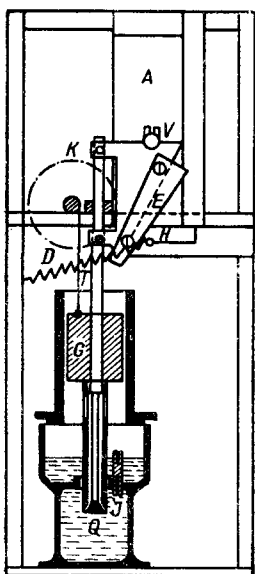


Рис. 2.

К сожалению, Петр Николаевич не смог закончить всех задуманных им работ по инфракрасной спектроскопии. Преждевременная смерть оборвала его жизнь в самом расцвете его таланта.

В заключение уместно привести здесь слова современника Петра Николаевича профессора И. И. Боргмана: «Все обратившие на себя внимание и затем прославившие Лебедева исследования были произведены Петром Николаевичем в России, в лаборатории Московского университета. Петр Николаевич был в полном смысле русский учёный»⁸.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. П. Н. Лебедев, Собр. соч., стр. 37—53, 1913, Москва. Ранее опубликовано в *Wied. Ann.* **56**, 1—17 (1895); *ЖРФХО* (ч. физ.) **27** (1), 213—220 (1895).
2. П. Н. Лебедев, Собр. соч., стр. 303—326, 1913, Москва. Ранее опубликовано в *Физ. об.* **2**, 49—60, 217—230 (1901).
3. П. Н. Лебедев, Собр. соч., стр. 202—206, 1913, Москва. Ранее опубликовано в *ЖРФХО* (ч. физ.) **43** (1), 125—130, (1911) и в *Phys. Zeits.* **13**, 465—468 (1912).
4. П. Н. Лебедев, Собр. соч., стр. 148—152, 1913, Москва. Ранее опубликовано в *Ann. d. Phys.* **9**, 209—213 (1902).
5. C. V. Boys, *Phil. Trans.*, **180**, A, 149 (1889).
6. Впервые мысль об этом была высказана в работе «О двойном преломлении лучей электрической силы» Собр. соч., стр. 49 (см.¹).
7. К. П. Яковлев, *Инфракрасные спектры абсорбции некоторых органических соединений*. Экспериментальное исследование, Москва, 1913.
8. И. И. Боргман, Петр Николаевич Лебедев «Новые идеи в физике». Сборник 4. Изд-во «Образование», СПб, 1912.