

2. При решении задач необходимо знание общей теории статистики электронов и дырок в полупроводниках.
3. Термоэлектрический эффект позволяет наиболее простым образом с помощью термозонда определять тип проводимости полупроводника.
4. Работа термопары основана на термоэлектрическом эффекте.
5. Расчеты показывают, что величина эффективной массы не зависит от температуры и имеет практически одно и то же значение во всем интервале исследованных температур.

Список использованной литературы:

1. Аскеров Б.М. Кинетические эффекты в полупроводниках. – Л.: Наука, 1970. – 303 с.

2. Лысов В.Ф. Практикум по физике полупроводников. – М.: Просвещение, 1976. – 207 с.
3. Недеогло Д.Д., Никорич В.З. Сборник задач по физике полупроводников. – Кишинэу, 2003. – 120 с.
4. Орешкин П.Г. Физика полупроводников и диэлектриков. – М.: Высшая школа, 1977. – 448 с.
5. Шалимова К.В. Физика полупроводников. – М.: Энергия, 1984. – С. 426.

The stages of the complex study of the subject related to the course of the Kinetic effects in semiconductors are discussed in this article. There are an analysis of the theory, the solution of typical problems and methods of laboratory analysis of the phenomenon.

Key words: Semiconductor, kinetic effects, Seebeck thermoelectric effects, problem solution, laboratory research.

Отримано: 12.07.2010

УДК 372

Р. А. Поведа

Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка

НЕВІДОМЕ В КУРСІ ФІЗИКИ

В статті систематизовано маловідомі факти досліджень і спроб наукового пояснення явища довгої затримки радіовідлуння. Матеріал дозволяє створити проблемну ситуацію під час вивчення студентами курсу радіотехніки та електродинаміки і доводить, що розвиток науки відбувається тоді, коли є розбіжності між явищем, що спостерігається та наявною теорією, яка не може це явище пояснити.

Ключові слова: LDE, Long Delay Echo, явище затримки ехо.

Наука рухається вперед лише тоді, коли виявляються експериментальні факти, які не можуть бути пояснені в рамках існуючої теорії. Так було з теорією «теплицю», яка не давала пояснення, чому тіла нагріваються під час тертя, з явищем фотоефекту, з якого «виросла» сучасна квантова фізика і так завжди буде. Але виявляється, існують поряд з нами явища, які поки що наука «не помічає» от вже майже ціле століття... Одним з малодосліджених, але загадкових з наукової точки зору явищ, є явище LDE (від англ. – *Long Delay Echo* – довга затримка радіовідлуння).

Безперечно, інформацію про явище довгої затримки радіовідлуння корисно подати для студентів в курсі електродинаміки та радіотехніки як приклад проблемної та поки що нерозв'язаної наукової задачі. Цікаві факти дослідження малозрозумілих явищ сприяють підвищенню інтересу до фізики, активізують навчально-пізнавальну діяльність студентів, викликають бажання проникнути в істинну сутність явищ, та «залучитись» до їх розгадки і наукового пояснення.

Вперше невідоме явище LDE описав [1] норвезький радіоінженер Джорден Хелс, який спостерігав його у кінці літа 1927 р. LDE від короткохвильової радіомовної радіостанції PCJJ, що знаходилась біля голландського Ейндховена і працювала на хвилі 31 м. Джорден Хелс брав луна-сигнали цієї радіостанції з затримкою до 10 секунд. Його приймальня станція перебувала близько м. Осло.

Якщо взяти до уваги, що кругосвітне відлуння приходить із затримкою всього лише близько 1/8 секунд, то легко зрозуміти здивування Джордена Хелса, коли він прийняв ці сигнали, причому досить значні за силою. Не дивно, що майже рік він зберігав мовчання. І тільки знову, неодноразово прийнявши LDE, Джорден Хелс зважився на публікацію матеріалів про явище. Він писав: "Я не можу пояснити це явище, я можу тільки підтвердити, що спостерігав його..." [1]. Тоді радіотехніка тільки розвивалася і тому це повідомлення нікого не здивувало, а навпаки, почали проводити дослідження цього дивного явища.

На подив багатьох вчених, експерименти підтверджували існування феномену LDE. Радіофізик Ван-дер-Пол (відомий у літературі [2] з розповсюдження радіохвиль як один з авторів формули Шулейкіна–Ван-дер-Поля) повідомив, що він також неодноразово приймав відлуння сигналу з великою часовою затримкою. Пізніше, в 1934 р. він прийняв LDE від тієї самої радіостанції PCJJ [3], що було документально зафіксовано його помічниками. На *рис. 1* показаний графік тимчасових затримок LDE, що спостерігався в 1934 р. [4].

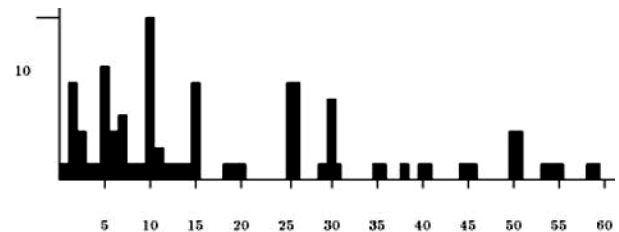


Рис. 1. Графік затримок прийому LDE від радіостанції PCJJ

Це одне документально зафіксоване спостереження феномену LDE. У 1929 р. була організована французька наукова експедиція в Індокитай, для дослідження активності Сонця. Ця експедиція також проводила дослідження з поширення радіохвиль і 9 травня 1929 був офіційно зафіксований прийом радіосигналів з затримкою до 40 секунд. Прийняті сигнали LDE були значними за своєю силою, як ніби вони не "блукали" 40 секунд в просторі. У літературі [6] детально описані ці досліди, умови їх проведення і використувана апаратура.

Спостереження явища LDE в кінці 20-х і в 30-х роках минулого століття фіксували багато інших авторитетних вчені того часу, що виключає можливість фальсифікації. Але вже наприкінці 30-х років почала діяти неофіційна заборона на публікацію матеріалів про LDE. Повідомлення про це явище почали зникати з наукових журналів. Початок другої світової війни офіційно закріпив цю негласну заборону. Однак, незважаючи на це, явище продовжувало існувати незалежно від його ігнорування.

Під час другої світової війни LDE часто спостерігали військові радисти. Один з них розповів, що через несподівані несправності в радіоапаратурі він пропустив важливу радіограму з штабу. Коли він налагодив апаратуру, час прийому було вже втрачено. У воєнний час за пропуск радіограми, тим більше з вини радиста, належало суворе покарання. Але, яке було здивування цього радиста, коли через 15 хвилин ця радіограма знову зазвучала в ефірі й була ним успішно прийнята. Через деякий час він зустрівся зі штабним радистом і запитав про причини, за якими радіограму передавали два рази. Штабний радист здивовано відповів, що радіограма була передана як зазвичай один раз. На штабній радіостанції LDE не чули.

Під час війни повідомлення про прийоми LDE надходили від військових радистів всіх воюючих сторін. У радянській армії була прийнята інструкція, яка зобов'язувала повідомляти про явище LDE. Вважалося, що LDE – це "гра" німців. Німці,

в свою чергу, вважали, що LDE – це "гра" росіян. Однак ради-сти рідко дотримувалися інструкції і не завжди доповідали командуванню про це явище, оскільки після такої доповіді людина потрапляла на замітку відповідних служб.

Так як під час другої світової війни явище LDE було за-секречено, то після її закінчення повідомлення про нього в науковій літературі з'являлися дуже рідко, в основному через недогляд цензури. Звичайно, це явище вимагало пояснень від офіційної науки. Але вона мовчала. Дослідження явища LDE вважалося несерйозною справою. На цьому не можна захисти дисертацію, отримати науковий ступінь. Тому посту-пово вивчення феномену LDE в офіційній науці стало ама-торською справою, яка не відображалась в наукових звітах.

Одним з перших феноменом LDE в 1928 році заціка-вився професор Карл Штермер, відомий ще й тим, що пер-шим зумів визначити, на якій висоті виникають полярні с-яйва. Ефектом LDE довгий час цікавився доктор фіз.-мат. наук, завідувач лабораторією відділу фізики планет Інсти-туту космічних досліджень РАН Леонід Ксанфомаліті. Найвідоміша його робота на цю тему «Проблема зондів зовнішньої цивілізації, радіоехо і гіпотеза Бресуела».

11 жовтня 1928 вчені провели унікальний експери-мент. Доктор Штермер в Осло приймав сигнали експери-ментальної радіостанції з Голландії. Сигнал (три точки з азбуки Морзе) – пауза у півхвилини – знову сигнал і т.д. Однак в Осло на приймач кожен сигнал приходив двічі. У першій серії експериментів затримка була на три секунди, у другій – на 4, а потім на різний час від 5 до 18 секунд.

Це суперечить сучасній фізиці! І фахівці могли дати цьому явищу тільки одне пояснення. Радіохвиля, що пішла від голландської радіостанції в космос на відстань кількох сотень тисяч кілометрів від Землі, відбивається від якогось об'єкта і повертається назад. Але що це був за об'єкт, жод-них розумних версій не виникало.

І все ж офіційна наука висунула свою версію про причини існування LDE. Відомо, що LDE спостерігається на радіохвилях в діапазоні 13–30 м. У всякому разі, нема повідомлень про LDE, яке приймали б поза цим діапазоном довжин хвиль.

Було висловлено гіпотезу, що в космосі можливе і-снування плазмової флюктуючої хмари, здатної відбивати радіохвилі майже з 100% ефективністю (рис. 2). При флюк-туаціях хмари іонізованого газу, утворення може приймати форми, які концентрують і направляють сигнали в бік пев-них районів Землі.

На жаль, ця офіційна версія не пояснює багатьох опи-саних фактів явища LDE. Під час прийому LDE з відбиттям від плазмової хмари повинні спостерігатися сильні спотво-рення радіосигналів. Зокрема, було б неможливо приймати розбірливо LDE мовних сигналів, абсолютно нерозбірли-вим було б LDE цифрових видів зв'язку. Проте, за повідом-леннями спостерігали LDE цих видів зв'язку, відлуння за чистотою прийому нагадує ретрансльований сигнал, в яко-му відсутні характерні спотворення, обумовлені далеким поширенням радіохвиль.

Скоро пройде 85 років з часу офіційного відкриття цього явища. До цих пір воно науково не пояснено. Як від-бувається затримка радіосигналів, що досягає іноді 30 хви-лин і більше? Де в цей час "ходять" затримані сигнали? Чому вони досягають Землі з малими спотвореннями і з малим ослабленням? На всі ці питання немає відповіді.

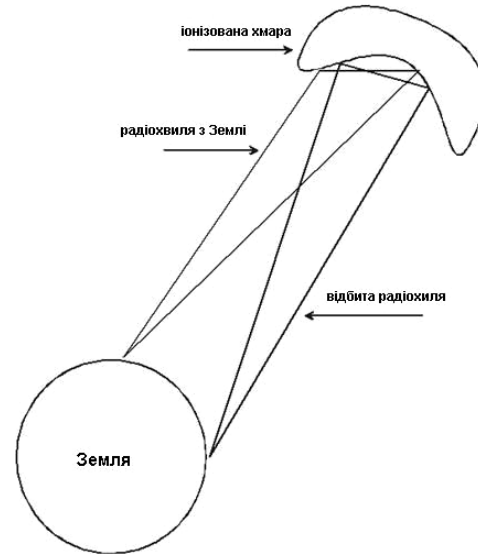


Рис. 2. Механізм LDE за офіційною гіпотезою

Ну що ж, ще здавна людині було властиво приписува-ти явища, які вона не могла пояснити, надприродним си-лам. Але з часом багато з цих раніше таємничих і непоя-снених явищ були пояснені цілком земними законами фізи-ки. Будемо вірити, що в майбутньому вдасться пояснити це таємниче явище, і в підручнику воно буде описано на під-ставі суворих формул. Хочеться сподіватись, що в майбут-ньому це зможуть зробити сьогоднішні студенти... Головне не боятися невідомого і сміливо досліджувати його.

Список використаних джерел:

1. Hals Jorden. The LDE. Nature, November № 3, 1928. – С. 18-20.
2. Долуханов М. П. Поширення радіохвиль. – М.: Зв'язок, 1965. – 399 с.
3. Macvey J. W. Whistler From Space. – London Aberland Shuman, 1973.
4. Lunan D. I. Interstellar Contact. – Henry Regnery Company, Chicago, 1975.
5. Galle J. B. Observations relatives a la radio-electricite et a ala physique du globe. – L. Onde Electrique(1930), pp. – С.257–265.

A known example of a problem situation in modern physics. It is emphasized that the development of science occurs when there is a difference between a phenomenon that is observed and the existing theory that can explain this phenomenon.

Key words: LDE, Long Delay Echo.

Отримано: 12.10.2010

УДК 372.853:53

Т. М. Попова

Чернівчеський державний морський технологічний університет

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ МАТЕМАТИЧНОЇ СТАТИСТИКИ ПРИ ПРОВЕДЕННІ БАГАТОФАКТОРНОГО ПЕДАГОГІЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ

У статті обговорюються умови проведення педагогічного експерименту з впровадження культурно-історичної ком-поненти змісту природничо-наукової освіти. Аналізуються методи статистичної обробки результатів багатofакторного педагогічного дослідження.

Ключові слова: педагогічний експеримент, культурно-історична компонента, критерій Пірсона, двохфакторний дис-персійний аналіз.

Аналіз останніх досліджень. Остаточні підсумки будь-якого педагогічного дослідження вважаються досто-вірними тільки після «спеціальної» статистичної обробки отриманих результатів. Слово «спеціальної» взято нами в лапки тому, що експериментаторові негласно надане право

самостійно обирати методи статистичних розрахунків для кожного окремого взятого педагогічного дослідження. Ви-бір конкретних математичних методів залежить від бага-тьох факторів і умов проведення експерименту: цілі, задачі, форми, складність, кількість осіб, які приймали участь в