

## Історія досліджень оптичного запису інформації в Україні (друга половина ХХ ст.)

*У статті проведено аналіз історії досліджень оптичного запису інформації в Україні у другій половині ХХ ст. крізь призму її ключових результатів та у світовому контексті.*

Потреба в записі інформації виникла в давні часи. Історичні пам'ятки залишили нам відомості, які свідчать про наявність різноманітних методів запису інформації в різних країнах Стародавнього світу – Єгипті, Месопотамії, Фінікії, Індії, Персії, Греції, Римі [1, с. 137]. Зародженням цього напрямку можна вважати появу на скелях зображень звірів, зроблених за допомогою вугілля, крейди, глини, гострого каменя тощо. Перетворення людиною інформації в систему символів з часом набувало різноманітних форм. ХІХ ст. позначилося винаходом різних способів передачі інформації на значні відстані, які повинні були задовольнити інформаційні та комунікаційні запити людини. У цей час виникли телеграф, телефон, радіо, що дозволяло оперативно передавати і накопичувати інформацію в значних обсягах. Однак пропускна здатність каналів передачі була недостатньою, що зумовлювалося повільним протіканням процесів у них. На початку ХХ ст. проведено дослідження з оптичного запису інформації – науково-технічного напрямку, що вивчає процеси запису інформації, яка переноситься оптичним випромінюванням. Ще в 1870 р. англійський фізик Дж. Тіндаль провів експерименти з оптичним волокном – вміщеною в захисну оболонку ниткою з оптично прозорого матеріалу, у середині якої світло переносилося шляхом повного внутрішнього відбиття. У 60-х рр. ХХ ст. виникли лазери, які зробили мож-

ливим побудову волоконно-оптичних ліній передачі інформації.

Історіографія розглядуваної проблематики представлена досить широким колом робіт В.В. Петрова, А.А. Крючина, С.М. Шанойла, О.П. Токаря, В.І. Сидоренка, І.В. Масола, І.О. Косса, В.Я. Сандула та ін. [2–16]. У них досліджуються різні аспекти оптичного запису інформації в Україні. Особливу увагу слід звернути на монографію «Оптичні диски: історія, стан, перспективи розвитку» [17], у якій викладено ключові події виникнення та розвитку оптичного диска в Україні. У більшості праць з історії досліджень оптичного запису інформації в Україні висвітлено досягнення співробітників Інституту проблем реєстрації інформації НАН України.

Метою нашої статті є дослідження історії розвитку оптичного запи-



Е.А. Кириллов

су інформації в Україні в другій половині ХХ ст.

У 30-х рр. ХХ ст. розпочались дослідження з оптичного запису інформації на фотоемульсіях мікрофотографії. В 1936 р. Е. Голдберг досягнув граничної густини запису інформації для двовимірного запису  $10^8$  біт/см<sup>2</sup> [18]. Мікрофотографії мають високу роздільну здатність, а інформація на них може зберігатися десятиліттями. Однак цей спосіб не дістав поширення для обробки інформації через труднощі вибірки мікрофотографічної інформації.

В Україні також проводилися дослідження фотографії. У 1930 р. Е.А. Кириллов з Науково-дослідного інституту фізики Новоросійського університету відкрив явище зменшення струму під дією світла та показав, що воно пов'язано з утворенням прихованого зображення. Через чотири роки під його керівництвом розпочато дослідження оптичних і фотоелектричних властивостей кристалів галогенідів срібла та механізму прихованого фотографічного зображення [19, с. 24–25]. Після Великої Вітчизняної війни в Одеському університеті вивчалися властивості фотографічних шарів, природи фотографічної чутливості та механізмів утворення прихованого зображення. Було встановлено, що максимум спектрального розподілу ефекту підсилення збігається з максимумом спектральної світлочутливості. Це уможливило пов'язати механізм світлочутливості з первинним фотографічним процесом. У повоєнні роки Е.А. Кириллов провів низку досліджень спектрів поглинання галогенідного срібла у видимій, інфрачервоній і ультрафіолетовій ділянках, структури спектрів поглинання бромистого та йодистого срібла, хлористого і бромистого талію. Він виявив у них тонку структуру смуг поглинання фотохімічного забарвлення та прихованого зображення. За це відкриття йому в 1952 р. присуджено Державну премію СРСР у галузі науки і техніки [19, с. 25].



**М. Г. Находкін**

У 60-ті рр. ХХ ст. М.Г. Находкін на кафедрі фізичної електроніки Київського університету розробив альтернативні методи запису інформації [20, с. 77–78]. Він запропонував розробити системи на основі термопластичного запису. Метод полягав у проведенні струму через скляну пластинку з тонким шаром каніфолю та проектуванням на неї зображення. Там, де падало світло, з'являлося приховане зображення. Якщо пластинку ставили на піч, то отримували рельєф поверхні. Такий метод запису сприяв подальшому розвитку автоматизованої станції радіотехнічної розвідки «Кольчуга». За ці дослідження М.Г. Находкіну в 1970 р. присуджено Державну премію УРСР у галузі науки і техніки.

Хоч вивчення фотографії проводилося, починаючи ще з 1930 р., але значного розвитку воно дістало тільки наприкінці 70-х рр. ХХ ст. з винаходом пристрою із зарядовим зв'язком. У 1969 р. відбувся значний крок у дослідженнях: світло почали реєструвати за допомогою електронних пристроїв, а не фотоплівки. Це стало можливим завдяки винаходу У. Бойлем та Дж. Смітом першої успішної технології реєстрації зображень з використанням цифрового детектору – пристрою із зарядовим зв'язком, або ПЗЗ-матрицею (Нобелівська премія з фізики, 2009). Це у свою чергу забезпечило розробку та вико-

ристання діагностичних методів і пристроїв у медицині, геології.

У 1960 р. було створено лазери – потужні джерела когерентного монохроматичного випромінювання, які змінювали оптичні характеристики середовища: показник заломлення, коефіцієнт поглинання. Завдяки лазеру стало можливим практичне застосування голографії – методу запису та відновлення хвильового поля, заснованого на реєстрації інтерференційної картини. Поява лазерів уможливила також створення оптичного зв'язку – передачу інформації електромагнітними хвилями оптичного діапазону, побудову волоконно-оптичних ліній її передачі. Передбачалося, що лазери забезпечать збільшення швидкості передачі інформації. «Створення лазерів у 60-х рр. вселило в телекомунікаційне співтовариство віру в те, що воно стоїть на порозі створення оптичних систем зв'язку, – зазначав Ч. Као. – Новим носієм інформації мало стати когерентне світло, яке забезпечує швидкість передачі інформації в  $10^5$  разів вищу, ніж у виділеній НВЧ-лінії передачі... Почалося змагання між циліндричними НВЧ-хвилеводами та оптичним зв'язком, причому значна перевага була на боці перших... Оптичні системи уявлялися нездійсненною ідеєю. Я тим не менш вважав, що у лазерів є потенціал... Щоб оптичний зв'язок виправдав очікування, необхідно вирішити чимало складних задач» [25, с. 1351].

Спочатку лазери використовувались для передачі інформації через вільну атмосферу. Однак виявилося, що метрологічні умови значно впливають на поширення світла в ній, тобто вона є не придатним середовищем для передачі світла на значні відстані. Тому подальші експерименти з використанням лазера в передачі інформації проводилися в закритих пристроях – світловодах. У 1964 р. японський дослідник Д. Нісідзава вперше застосував оптичне волокно в телекомунікаціях і заклав принципи передачі даних, у тому числі вказав,

як з'єднувати оптичне волокно з устаткуванням, яке передає та приймає. Однак серйозною проблемою залишалось швидке послаблення сигналу в оптичному волокну. Це обмежувало його передачу на великі відстані. Проблему було вирішено через два роки Ч. Као та Дж. Хокемом. Вони вивчили різноманітні оптичні процеси у склі та розрахували, як передавати світло на значні відстані по оптичному скловолкону [21]. Використання волокна з високочистого скла дозволяло передавати світлові сигнали на 100 км, тоді як волокна, які були доступні в 60-ті рр., дозволяли це зробити лише на 20 м. Результати своїх досліджень учені виклали у статті «Діелектричні волоконні поверхневі світловоди для оптичних частот» [22]. У ній вони показали, що загасання сигналу в оптичному волокну відбувається не через фундаментальні фізичні принципи, а через наявність у ньому домішок. Нині волокна використовуються як датчики вимірювання температури, тиску, напруги та інших параметрів у гідролокаційних, сейсмічних і лазерних приладах, для освітлення, формування зображень, у медицині.

У 60–70-ті рр. ХХ ст. також постала проблема створення «єдиного» носія інформації – оптичного диска, який повинен був забезпечити більшу ємність та значно менші розміри в порівнянні з магнітними носіями інформації. На першому радянсько-американському семінарі у Вашингтоні представник дослідного центру фірми ІВМ Р. Ландауер у доповіді «Оптична логіка та пам'ять з оптичною вибіркою» позитивно оцінив застосування лазерів у пристроях зв'язку, обробки інформації та оптичної пам'яті, однак висловив думку, що створення пристроїв оптичної оперативної пам'яті залишається проблематичним у зв'язку з відсутністю необхідних реверсивних середовищ [23, с. 7]. Впродовж цих років було розроблено принципи оптичного запису інформації та запропоновано значну кількість матеріалів для

використання в якості реєструючих середовищ (сегнетокераміка,  $\text{LiNbO}_3$ ,  $\text{KNbO}_3$ ,  $\text{LiTaO}_3$ ,  $\text{KTa}_x\text{Nb}_{1-x}\text{O}_3$  (КТН),  $\text{Sr}_x\text{Ba}_{x-1}\text{Nb}_2\text{O}_6$  (HSB), силікат  $\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$ , германат вісмуту  $\text{Bi}_{12}\text{GeO}_{20}$ , NaF). У цей період не існувало систем оптичної пам'яті, які б успішно замінили існуючі пристрої магнітної пам'яті великої ємності [24]. «У 1960 рр. оптичні системи здавалися нездійсненою ідеєю», – писав засновник оптичного зв'язку, Нобелівський лауреат Ч. Као [25, с. 1351].

У 1965 р. Дж. Рассел винайшов перший оптичний носій інформації – цифровий компакт-диск, першочерговим завданням якого було збереження аудіо-записів у цифровому вигляді. Працюючи фізиком у лабораторіях «General Electric» у Річленді, Дж. Рассел одним з перших використав екран кольорового телевізора та клавіатуру в якості єдиного інтерфейсу між комп'ютером і оператором. Вивчаючи системи, що записують та відтворюють звуки без фізичного контакту між частинами, він дійшов висновку, що таку систему можна створити, використовуючи світло. Так виник перший цифровий компакт-диск, але запатентований він був тільки в 1970 р. [26].

Впродовж 1973–1976 рр. інженери компаній «Philips» і «Sony» одержали дозвіл на розробку аудіодиска. У 1977–1978 рр. було одержано перші прототипи цифрової звукової системи за допомогою лазерних відеодисків [27, с. 2]. Цифровий компакт-диск компаній «Philips» і «Sony» був подібний до цифрового компакт-диску Дж. Рассела, про який вони сказали, що «це досить добре для зберігання даних, але не можна застосовувати його для відео та аудіо» [26].

У 1977 р. на Токійській аудіовиставці був представлений прототип аудіодиска «Mitsubishi», «Hitachi» та «Sony». У Японії 35 виробників проводили конференцію про аудіостандарт. Фірмою «Philips» було запропоновано стандартизувати формат на світовому ринку. Підрозділом компанії було встановле-

но, що найкращим матеріалом у якості основи компакт-диска є полікарбонат [28].

Істотний внесок у сучасні технології зберігання та розповсюдження інформації на оптичних дисках було зроблено також українськими вченими. Зокрема, співробітники Інституту кібернетики АН УРСР та Інституту напівпровідників АН УРСР на початку 70-х років запропонували та розробили високороздільні світлочутливі матеріали, які дозволили розгорнути роботи з оптичного запису інформації [29, 30].

У 1966 р. в Інституті напівпровідників АН УРСР М.Т. Костишин, Є.В. Михайловська та П.Ф. Романенко відкрили явище тонкоплівкових систем «напівпровідник–метал» [31]. Воно полягало в тому, що на скляну підкладку напилюванням у вакуумі наносився тонкий шар металічного срібла, а на нього зверху – шар аморфного напівпровідника. Товщина плівок становила 0,02–0,05 мкм. Під дією світлової плями від сфокусованої лампи розжарення відбувалася зміна кольору нанесених плівок. «Відразу стало очевидним, що на такому надчутливому матеріалі можна реєструвати зображення з розмірами десятих і навіть сотих часток мікрона», – зазначав В.В. Петров [31, с. 5].

У 1969 р. співробітники Інституту кібернетики АН УРСР (В.В. Петров,



**В.В. Петров**

О.П. Токар, В.А. Леонцев, І.І. Карпюков, А.Д. Кравченко й ін.) та Інституту напівпровідників АН УРСР (М.Т. Коштишин, П.Ф. Романенко, Є.В. Михайловська та ін.) запропонували, розробили та дослідили світлочутливі матеріали високої роздільної здатності на базі халькогенідних напівпровідникових матеріалів [30, 31–34]. Дослідження показали, що можна одержати високу щільність запису на даних матеріалах. Так, проекційним методом із використанням імерсії було записано елементи із субмікронними розмірами 0,2–0,3 мкм та електронно-променевим експонуванням – 0,07–0,08 мкм [35, с. 23].

Дослідження систем оптичного запису, проведені під керівництвом В.В. Петрова, були підтримані академіками В.М. Глушковим і Г.Є. Пуховим. Інститут кібернетики АН УРСР тісно взаємодіяв з Інститутом електродинаміки АН УРСР щодо запису інформації, і подальші дослідження в цьому напрямку відбувалися в Інституті електродинаміки АН УРСР. Так, на початку 70-х рр. у Інституті електродинаміки АН УРСР В.В. Петровим, О.П. Токарем, В.А. Леонцевим, А.А. Крючиним і Л.І. Крючиною розроблено та виготовлено перші пристрої запису й відтворення даних на оптичний диск [36, 37]. У них було реалізовано такі технічні рішення, як запис крізь прозору підкладку, використання систем автоматичного фокусування та світлочутливих матеріалів з одноразовим записом [38, 39]. У перших дискових носіях інформації використовувалося реєструюче середовище «напівпровідник–метал» [35, с. 24, 36]. На рис.1 зображено перший дисковий оптичний запам'ятовуючий пристрій, у якому для запису даних використовувався гелієво-неоновий лазер. На ньому було здійснено запис аудіоінформації за допомогою методу широтно-імпульсної модуляції зі швидкістю 150 Кбайт/с. Запис даних здійснювався на реєструюче середовище «напівпровідник–метал». Було встановлено підвищення світлочутливості цього середо-



**Рис. 1. Перший у СРСР дисковий оптичний запам'ятовуючий пристрій**

вища у процесі експонування лазерними імпульсами тривалістю ( $10^{-5} - 10^{-8}$ ) с [35, с. 24, 40].

«Проведені в 1973–1975 рр. дослідження процесів оптичного запису сфокусованим лазерним випромінюванням, світлочутливих матеріалів на базі халькогенідних склоподібних напівпровідників, методів напилювання багатокомпонентних напівпровідникових матеріалів дозволили створити технологію виготовлення оптичних носіїв з одноразовим записом і багато-разовим відтворенням даних типу WORM (кількість послідовних зчитувань понад  $10^6$  разів). Дослідження оптичних властивостей, профілю поверхні, шорсткості показали доцільність використання для виготовлення підкладок оптичних носіїв силікатного скла, одержаного методом флоат-процесу», – зазначав В.В. Петров [35, с. 25].

23 січня 1976 р. при Інституті електродинаміки АН УРСР було організовано проблемну науково-дослідну лабораторію оптичних запам'ятовуючих пристроїв, керівником якої було призначено В.В. Петрова. Її основним завданням було створення оптичного запам'ятовуючого пристрою ємністю  $10^{10}$  біт.

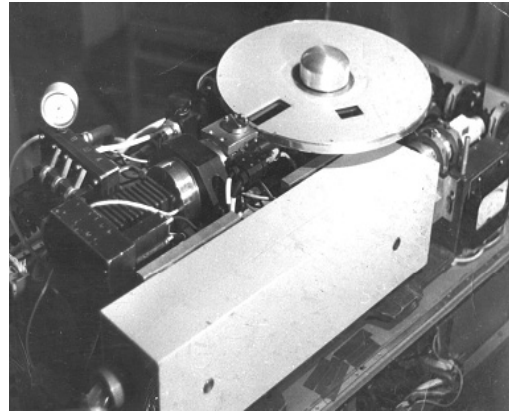
У лабораторії А.А. Крючиним, Г.Ю. Юдіним і Т.І. Сергієнком було розроблено метод термоіонного наповнення багатокомпонентних халькогенідних напівпровідників. Це дозволило одержувати реєструючі середовища для носіїв типу WORM, які мали високу надійність зберігання даних.

У лабораторії також проводилися роботи по створенню першого оптичного диска для обчислювальних машин ЄС 5150 [31, с. 8, 35, с. 27]. Найбільшу зацікавленість щодо його створення виявили головні конструктори Мінрадіопрому СРСР, генеральний директор ЦКБ “Алмаз” академік Б.В. Бункін і генеральний директор ЦНДІ “Комета” академік А.І. Савін. Колективом лабораторії разом з підприємствами Мінрадіопрому – Науково-дослідним центром електронної обчислювальної техніки, Науково-дослідним інститутом обчислювальної техніки, Кам’янець-Подільським заводом “Електроприлад”, Канівським заводом “Магніт”, інститутами металофізики, надтвердих матеріалів, проблем матеріалознавства, проблем машинобудування АН УРСР та 15 підприємствами інших відомств – було розроблено і захищено технічний проект оптико-механічного запам’ятовуючого пристрою ємністю  $10^{10}$  біт для єдиної системи ЕОМ (ОМЗП ЄС 5150).

Оптичний дисковий запам’ятовувачий пристрій ЄС 5150 дозволяв здійснювати запис та відтворення даних зі швидкістю 6,4 Мбіт/с [35, с. 27]. Для запису та відтворення інформації використовувався твердотільний лазер з подвоєнням частоти. Для одержання високої точності роботи системи позиціонування, мінімального радіального биття дискового носія інформації, високої швидкодії виконавчого механізму системи автоматичного фокусування використовувалися аеростатичні напрямні. Перші експериментальні зразки ЄС 5150 (рис. 2) виготовлялися на Канівському заводі «Магніт».

У лабораторії було створено кооперацію з розробки лазерів і модуляторів, математичного забезпечення та контролерів, матеріалів для запису інформації та об’єктивів. Вдалося знайти якісні скляні підкладки, щоб вартість оптичних дисків була невеликою. Це було скло, яке масово виготовлялося для вітрових стекол за методом флоат-процесу. Також було створено системи обертання та переміщення.

Перехід на аеростатичні системи дозволив радикально змінити уявлення про мож-



**Рис. 2.** Загальний вигляд накопичувача ЄС 5150

ливу точність позиціонування при обертанні чи переміщенні об’єктива по інформаційній доріжці шириною 0,6–0,7 мкм [31, с. 9]. Було розроблено низку нових вузлів, систем, матеріалів, технологічних процесів, необхідних для створення ОМЗП, та конструкторська документація, розпочато виготовлення їх дослідних зразків.

У 1977 р. було висловлено ідею оптичного диска як «єдиного носія інформації», озвучену М.В. Горшковим і В.В. Петровим у доповіді «Оптичний диск як «єдиний» носій інформації в системах управління» на Всесвітньому електротехнічному конгресі в Москві [41]. У доповіді особлива увага приділялася системі розповсюдження інформації. Було вказано умови, при яких можна реалізувати можливості оптичних дисків: висока механічна міцність носіїв та захист записаної на них інформації від пошкодження, тиражування носіїв. Поняття «єдиного носія інформації» багато в чому перегукується зі стандартними компакт-дисками.

Через два роки після доповіді В.В. Петрова та М.В. Горшкова за наказом Міністра радіопромисловості СРСР базовим заводом для впровадження оптичного дискового запам’ятовуючого пристрою ЄС 5150 було визначено Кам’янець-Подільський завод «Електроприлад» [31, с. 9]. На той час він займався виготовленням накопичувачів на магнітних дисках. Було здійснено випуск конструкторської документації нако-

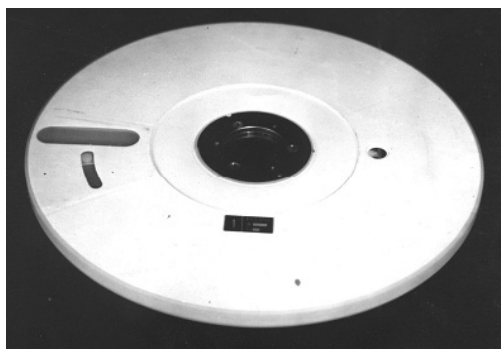
пичувача, виготовлено дослідні зразки ЄС 5150 та проведено їх випробування.

У накопичувачі використовувався оптичний дисковий носій ЄС 5350 із двома робочими поверхнями. Ємність кожної з них становила 1250 Мбайт. Для захисту реєструвального середовища від механічних пошкоджень і забруднення пилом у носії використано конструкцію з двома скляними підкладками. Герметизація об'єму між підкладками плівковим клеєм дозволяла захищати поверхню реєструвального середовища. На рис. 3 зображено загальний вигляд дискового оптичного носія ЄС 5350.

У наступні роки тривав розвиток наукових ідей оптичного запису інформації, з'явилася ідея запису інформації на циліндр (1988–1991), яка дала можливість використовувати напівпровідниковий лазер і створити носії інформації довготривалого збереження, а також менших габаритів. Також В.В. Петровим було завершено розробку першого вітчизняного накопичувача інформації на оптичних дисках ЄС 5150 із змінним оптичним диском ємністю 2500 Мбайт (1985). Виконано розробки нових реєструючих середовищ, методів копіювання та перезапису інформації, нових елементів та вузлів оптико-механічних запам'ятовуючих пристроїв, методів підвищення достовірності записаної інформації [35, с. 29].

Дослідження 60–70-х рр. ХХ ст. зосередилися в спеціалізованому Інституті проблем реєстрації інформації АН УРСР, створеному в 1987 р.

70-ті рр. ХХ ст. відзначилися також роботами, пов'язаними з безсрібним записом оптичної інформації на забарвлених лужно-галоїдних кристалах. Вони проводилися у Науково-дослідному інституті фізики Одеського університету під керівництвом А.Ю. Глаубермана. Роботи сприяли створенню теоретичних уявлень про механізми запису оптичної інформації в лужно-галоїдних кристалах і халькогенідних склоподібних напівпровідниках. Крім того, вони мали широке практичне застосування при виготовленні різних оптичних елементів на основі об'ємних голо-



**Рис. 3. Загальний вигляд дискового оптичного носія ЄС 5350**

грам з високою дифракційною ефективністю [42].

Роботи А.Ю. Глаубермана продовжено професором В.М. Білоусовим, який протягом 1975–2003 рр. провів низку досліджень з вивчення та оптимізації механізмів запису оптичної інформації в середовищах на основі галогенідів срібла [42]. Він виділив в окремий напрям роботи Науково-дослідного інституту фізики Одеського університету – голографічний запис оптичної інформації та одержання голографічних оптичних елементів для лазерних вимірювальних систем (М.Г. Д'яченко, А.В. Тюрин, В.Є. Мандель).

«Нині оптичний зв'язок, – писав Ч. Као, – це не просто технічне досягнення. Він сприяв великим змінам у суспільстві. Оптичний зв'язок буде продовжувати змінювати те, як люди навчаються, як живуть та спілкуються між собою, а також, як працюють. Наприклад, всі елементи та частини єдиного виробу можуть виготовлятися в багатьох місцях по всьому світу, надаючи великі можливості людям у всьому світі. Доступність інформації привела до великої рівності та більш широкій участі в суспільних справах» [25, с. 1355]. Нині оптичні диски, як і прогнозувалося на початку 70-х рр. ХХ ст., стали основним засобом масового поширення інформації на машинних носіях. Учені України поступово включилися в процес розповсюдження баз даних, програмного забезпечення навчальних курсів на оптичних дисках.

1. *Колтачихіна Ол.Ю.* Історико-науковий аналіз досліджень у галузі реєстрації, передачі та відтворення інформації (світовий контекст) // Наука та наукознавство. – № 2 (76). – 2012. – 174 с. – С. 137–153.
2. *Петров В.В.* Оптические диски – основа современной безбумажной технологии обработки данных / В.В. Петров, А.А. Крючин, С.М. Шанойло, В.И. Сидоренко // Кибернетика и систем. анализ. – 2003. – № 5. – С. 181–187.
3. *Петров В.В., Крючин А.А., Шанойло С.М., Токарь А.П.* Развитие техники оптической регистрации информации // Реєстрація, зберігання і обробка даних. – 1999. –Т. 1. – № 1. – С. 5–13.
4. *Петров В.В.* Оптическая запись информации. Научное эссе / В.В. Петров // Реєстрація, зберігання і обробка даних. – 2007. –Т. 9. – № 3. – С. 3–13.
5. *Петров В.В.* Доклад, представленный на Общее собрание НАН Украины 13 мая 2010 года / В.В. Петров // Реєстрація, зберігання і обробка даних. – 2010. –Т. 12. – № 2. – С. 8–11.
6. *Масол И.В.* Становление и перспективы развития производства компакт-дисков в Украине / И.В. Масол // Реєстрація, зберігання і обробка даних. – 2012. –Т. 14. – № 1. – С. 75–84.
7. *Петров В.В., Крючин А.А., Шанойло С.М. та ін.* Надщільний оптичний запис інформації. – НАН України, Ін-т проблем реєстрації інформації. – К: НАН України, 2009. – 282 с.
8. *Металеві носії для довготермінового зберігання інформації: (Монографія) / В.В. Петров, А.А. Крючин, С.М. Шанойло, Л.І. Крючина, І.О. Косско – К.: Наук. думка, 2005. – 132 с.*
9. *Оптико-механические запоминающие устройства: (Монография) / В.В.Петров, А.А.Крючин, А.П.Токарь, С.М.Шанойло, В.Я.Сандул – К.: Наук. думка, 1992. – 152 с.*
10. *Петров В.В., Крючина Л.І.* Історія створення та розвитку ІПРІ НАНУ / В.В. Петров, Л.І. Крючина // Реєстрація, зберігання і обробка даних. – 2007. –Т. 9. – № 1. – С. 14–22.
11. *Шанойло С.М.* Оптико-механическая система измерения профиля информационной дорожки раритетных носителей звуковой информации / С.М. Шанойло // Реєстрація, зберігання і обробка даних. – 1999. –Т. 1. – № 6. – С. 82–87.
12. *В'ячеслав Васильович Петров / НАН України. – К.: Академперіодика, 2012. – 64 с.*
13. *60-річчя члена-кореспондента НАН України В.В. Петрова // Реєстрація, зберігання і обробка даних. – 2000. –Т. 2. – № 2. – С. 3–6.*
14. *До 70-річчя з дня народження члена-кореспондента НАН України, заслуженого діяча науки і техніки України, доктора технічних наук, професора, директора ІПРІ НАН України В.В. Петрова // Медична інформатика та інженерія. – 2010. – № 3. – С.78–79.*
15. *Сергієнко І.В.* Українському винахіднику компакт-дисків 70 років / *І.В. Сергієнко // День. – 3 серпня 2010. – № 136.*
16. *70-річчя члена-кореспондента НАН України В.В. Петрова // Вісник НАН України. – 2010. – № 8. – С. 80–82.*
17. *Оптические диски: история, состояние, перспективы развития: (Монография) / В.В. Петров, А.А. Крючин, С.М. Шанойло, С.А. Костюкевич, В.Г. Кравец, А.С. Лапчук – К.: Наук. думка, 2004. – 176 с.*
18. *Goldberg E.* A new process of micro-photography / *E. Goldberg // British Journal of Photography. – 1926. – V. 73. – N. 3458. – P.462–465.*
19. *Філіпова О.І.* Напрями наукової діяльності науково-дослідного інституту фізики Одеського державного університету за радянських часів / О.І. Філіпова // Наукові товариства, школи, зв'язки. – 2009. – №4. – С.24–32.



20. *80-річчя академіка НАН України М.Г. Находкіна* // Вісник НАН України. – 2005. – № 1. – С. 77–78.
21. *Colburn R. Oral-History: Charles Kao* // Interview, 2004. – [Електронний ресурс]. – URL: [http://www.ieeeghn.org/wiki/index.php/Oral-History: Charles\\_Kao# Publication\\_with\\_George\\_Hockham](http://www.ieeeghn.org/wiki/index.php/Oral-History: Charles_Kao# Publication_with_George_Hockham).
22. *Kao K.C., Hockham G.A. Dielectric-fibre surface waveguides for optical frequencies* / K.C. Kao, G.A. Hockham // Proc. IEE. – 1966. – Vol. 117. – № 7. – Pp. 1151–1158.
23. *Гибин И.С., Коронкевич И.П., Нестерихин Ю.Е., Твердохлеб П.Е.* Первый советско-американский семинар по оптической обработке информации (Обзор) // Автометрия. – 1976. – № 3. – С. 3–11.
24. *Кобаяси Дж., Уезу Ю.* Оптическая память, принципы записи и используемые материалы (Обзор) / Дж. Кобаяси, Ю. Уезу // Автометрия. – 1978. – № 1. – С. 4–15.
25. *Као Ч.К.* Песок давно минувших дней шлет в будущее голоса людей (Нобелевские лекции по физике – 2009) / Ч.К. Као // УФН – 2010. – Т. 180. – № 12. – С. 1350–1356.
26. *The Digital Compact Disc* // Inventor of the Week Archive. – 1999. – Dec. [Електронний ресурс]. – URL: <http://web.mit.edu/invent/iow/russell.html>.
27. *Kees A.S.I. The CD Story* / A.S.I. Kees // Journal of the AES – 1998. – V.46. – P. 458–465.
28. *История CD технологии.* [Електронний ресурс]. – URL: [http://shopcd-dvd.com/Istorija\\_CD\\_tehnologii.html](http://shopcd-dvd.com/Istorija_CD_tehnologii.html).
29. *Пат. 2135736* Франция, МКИ<sup>5</sup> G11C 7/00. Способ изготовления пленок заданной конфигурации / В.В.Петров, И.В.Войтович, М.Т.Костышин, П.Ф.Романенко, В.П.Скуридин (СССР). – Оpubл. 1973, Бюл. №4.
30. *А. с. 258387* СРСР, МКТ<sup>5</sup> G 11 C 7/00. Спосіб виготовлення фотошаблонів / В.В. Петров, М.Т. Костишин, К.В. Михайловська, П.Ф. Романенко, Г.Д. Чепель. – Оpubл. 1970; Бюл. №1.
31. *Петров В.В.* Оптическая запись информации. Научное эссе / В.В. Петров // Реестрация. Зберігання і обробка даних. – 2007. – Т.9. – № 3. – С. 3–13.
32. *Петров В.В., Карпиков И.И.* О применении неорганических светочувствительных материалов для изготовления фотошаблонов // Гибридная вычислительная техника и электроника. – К.: Наук. думка, 1972. – С. 471 – 490.
33. *Петров В.В., Карпиков И.И., Лысенко С.С., Кравченко А.Д.* Использование неорганических светочувствительных материалов для изготовления фотошаблонов. Гибридная вычислительная техника и электроника. – К.: Наук. думка, 1972. – С. 491–503.
34. *Пат. 3637381* США, МКТ<sup>5</sup> G 03 C 5/00. Radiation – Sensitive Seefrevealing Elements and Methods of Marking and Utilizing the Same / R.W.Hallman, G.W.Kurtz (США), Teeg Research, Inc. (США); Заявл. 3.07.1969; Оpubл. 25.01.1972.
35. *Петров В.В., Крючин А.А., Шанойло С.М., Токар О.П., Крючина Л.І.* Дослідження методів оптичного запису та створення систем пам'яті на оптичних носіях // Реестрация. Зберігання і обробка даних. – 2007. – Т.9. – №3. – С. 23–42.
36. *Петров В.В., Крючин А.А., Токар А.П., Шанойло С.М., Сандул В.Я.* Оптико-механические запоминающие устройства. – К.: Наук. думка. – 1992. – 152 с.
37. *Леонец В.А., Токар А.П.* Оптические запоминающие устройства / В.А. Леонец, А.П. Токар // Гибридная вычислительная техника и электроника. – К.: Наук. думка. – 1972. – С. 504–521.
38. *Оптические диски: история, состояние, перспективы развития* / Петров В.В., Крючин А.А., Шанойло С.М. и др. – К.: Наук. думка, 2004. – 174 с.
39. *Петров В.В.* Оптические ЗУ для вычислительных систем / В.В. Петров // Тр. III Всесоюз. конф. «Однородные вычислительные системы и среды»: Тез. докл. – Таганрог, 1972. – С. 21–22.

40. *Петров В.В., Крючин А.А.* О светочувствительности систем на основе стеклообразных халькогенидных полупроводников при высокой мощности облучения / В.В. Петров, А.А. Крючин // Квант. электроника. – 1974. – Т.1, №12. – С. 2618–2620.

41. *Горшков Н.В., Петров В.В.* Оптический диск как «единый» носитель информации в системах управления / Н.В. Горшков, В.В. Петров // Труды Всемир. электротехнич. Конгресса, 21–25 июня 1977 г., Москва, секция 7, доклад 44.

42. *Лаборатория оптики и лазерной физики.* [Электронный ресурс]. – URL: [http://onu.edu.ua/ru/science/research\\_unit/sri\\_and\\_labs/fiz\\_ints/laboptica](http://onu.edu.ua/ru/science/research_unit/sri_and_labs/fiz_ints/laboptica).

*Одержано 23.08.2013*

*Е.Ю. Колтачихина*

**История исследований оптической записи информации в Украине  
(вторая половина XX ст.)**

*В статье проведен историко-научный анализ истории исследований оптической записи информации в Украине во второй половине XX в. сквозь призму ее ключевых результатов и в мировом контексте.*