

І.В. КОРСУН

Тернопільський національний педагогічний університет ім. Володимира Гнатюка
(Вул. М. Кривоноса, 2, Тернопіль 46027; e-mail: korsun_igor@i.ua)

УДК 535

ВНЕСОК УКРАЇНСЬКИХ ВЧЕНИХ У РОЗВИТОК ОПТИКИ

Доведено важливість досліджень українських вчених у становленні оптики як науки. Проаналізовано значний внесок робіт науковців АН УРСР. Визначено пріоритетність низки досліджень українських вчених у світовій науці. Звернено увагу на педагогічну та просвітницьку роботу вчених. Матеріал систематизовано згідно з відповідними розділами оптики.

Ключові слова: українські вчені, прикладна оптика, фізична оптика, спектроскопія, нелінійна оптика.

1. Вступ

У 2017 р. міжнародна група вчених (США, Нідерланди) повідомила про існування нового виду матерії – екситонії [1]. Новий вид матерії являє собою конденсат, який складається із екситонів, і має властивості надрідини. Для підтвердження існування екситонії дослідники вимірювали колективні збудження низькоенергетичних бозонів у кристалах при температурі близько 190 К. Відкриття екситонії визначає новий напрямок для розвитку квантових технологій.

Зауважимо, що саме роботи київських шкіл А.Ф. Прихотько і О.С. Давидова із дослідження екситонів у кристалах, виконані в Інституті фізики (ІФ) АН УРСР, заклали основу спектроскопії неметалічних кристалів у світовій науці [2–5]. У низці ґрунтовних робіт [6–11] проаналізовано здобутки окремих українських фізиків. Але ці здобутки є значними, а тому внесок українських вчених у розвиток фізики потребує подальшого детального аналізу. Метою статті є доведення важливості робіт вчених України у становленні оптики.

2. Прикладна оптика

Лінник Володимир Павлович (1889 р., Харків – 1984 р., Ленінградська обл., РФ) – академік

АН СРСР (1939 р.), випускник Університету Святого Володимира у Києві (1914 р.), викладач цього університету (з 1915 р.), викладач Київського політехнічного інституту (1923–1926 рр.), працював у Державному оптичному інституті (з 1926 р.), водночас професор Ленінградського університету (1933–1941 рр.), Пулковській обсерваторії (1946–1968 рр.). Основні напрями наукової діяльності: прикладна оптика, історія фізики.

Перші наукові праці стосуються оптичних досліджень Х-випромінювання. Разом із Є.В. Лашкарьовим виконав серію експериментів із дослідження методів фокусування Х-випромінювання [12] та визначення його показника заломлення [13]. Запропонував метод дослідження структури кристалів за допомогою Х-випромінювання [14]. Класичні інтерференційні та дифракційні досліди із Х-випромінюванням складно відтворювати внаслідок малої довжини їх хвиль. Незважаючи на це, В.П. Лінник здійснив інтерференційний дослід Ллойда із Х-випромінюванням та виміряв довжину хвилі цього випромінювання [15].

Вчений виконав ґрунтовні дослідження з розробки нових методів дослідження якості зображення в оптичних системах. Він є автором методу дослідження аберації оптичних систем, методу центрування оптичних систем, методу складання об'єктивів мікроскопів. Сконструював по-



В.П. ЛІННИК



Г.Г. ДЕ-МЕТЦ

двійний мікроскоп (1929 р.), мікроінтерферометр (1933 р.), який використовують для контролю точності обробки поверхні. За допомогою мікроінтерферометра Лінника можна виявити дефекти порядку 10^{-7} м. Лінник є автором низки методів та приладів для астрономічних потреб: методу дослідження зіркових спектрограм за допомогою стереокомпаратора, сонячного інтерферометра, безщілинного зоряного спектрографа з інтерференційними реперами.

Вчений одним із перших вказав на необхідність використання фотоелектроніки в оптичних приладах для автоматизації контролю. Під його керівництвом було розроблено велику кількість оптико-електричних пристроїв (наприклад, для автоматичного вимірювання аберації оптичних систем і контролю профілю плоских поверхонь, для точної фіксації положення нульової інтерференційної полоси). В.П. Лінник відомий також як дослідник питань історії фізики [16, 17].

3. Фізична оптика

Де-Метц Георгій Георгійович (1861 р., Одеса – 1947 р., Київ) – доктор фізичних наук (1891 р.), професор (1923 р.), заслужений професор (1923 р.), декан інженерного факультету Київського політехнічного інституту (1909–1910 рр.), декан хімічного факультету Київського політехнічного інституту (1910–1911 рр.), ректор Київського політехнічного інституту (1919–1920 рр.), завідувач кафедри фізики Київського педагогічного інституту імені О.М. Горького (1934–1947 рр.), працював у Київському університеті (1891–1930 рр.). Основні напрями наукової діяльності: оптика, радіоактивність, молекулярна фізика, історія науки і техніки, методика викладання фізики.

Після закінчення навчання у Новоросійському університеті (Одеса, 1885 р.) отримав золоту медаль за наукову працю “Нарис аномальної дисперсії” і був залишений в університеті. Удосконалив методи Максвелла із спостереження явища подвійного променезаломлення у рідинах під час деформації і дослідив явище подвійного променезаломлення у 16-ти рідинах. Де-Метц експериментально дослідив ефект Керра у чистій воді, розчинах желатину і колодію [18:46]. Працюючи у Київському політехнічному інституті, вчений показав, що подвійне променезаломлення у рідинах не залежить від в’язкості.

Г.Г. Де-Метц відомий методист. Вчений створив перший у Російській імперії зразковий методичний фізичний кабінет (Київ, 1906 р.), є автором першого радянського підручника з методики викладання фізики [19]. Брав участь у комісії із створення Київського політехнічного інституту, де створив музей фізичної лабораторії. При Київському університеті створив музей фізичних приладів. Де-Метц очолював Оргкомітет із організації Україн-

ської асоціації фізиків, яка була створена у 1928 р., та був одним із організаторів з'їздів цієї асоціації. Займався дослідженнями питань історії науки і техніки [20]. Вчений був редактором науково-популярного журналу "Физическое обозрение".

Мандельштам Леонід Ісаакович (1879 р., Могильов, Білорусь – 1944 р., Москва, РФ) – академік АН СРСР (1929 р.), приват-доцент Новоросійського університету в Одесі (1915 р.), професор Одеського політехнічного інституту (1918–1922 р.), професор Московського університету (з 1925 р.). Основні напрями наукової діяльності: фізична оптика, радіофізика, квантова механіка.

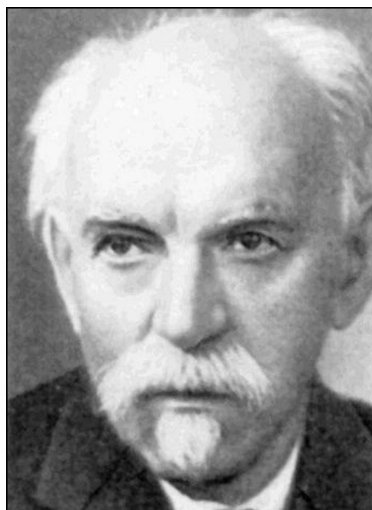
У докторській дисертації "Про оптично однорідні й каламутні середовища" (1907 р.) вчений вказав на помилковість теорії Релея щодо пояснення голубого кольору неба. Згідно з теорією Релея, світло розсіюють молекули повітря. Мандельштам довів, що причиною розсіювання світла є не молекули повітря, а флуктуації густини повітря в атмосфері. Таким чином, вчений показав, що формула Релея є вірною, але фізична суть картини розсіювання світла є іншою. Докторська дисертація Мандельштама є однією з перших робіт із дослідження флуктуацій, які заснували статистичну фізику.

У роботі "Про розсіювання світла неоднорідним середовищем" (1918 р.) вчений теоретично проаналізував процес виникнення флуктуацій. Мандельштам був першим фізиком, який звернув увагу на те, що флуктуації тиску, температури, концентрації впливають на падаюче світло, модулюючи його. Він обґрунтував появу в розсіяному світлі, крім падаючої довжини хвилі λ_0 , ще двох сусідніх хвиль λ_1 і λ_2 , зміщених у два різні кінці спектру на однакову величину $\Delta\lambda$ ($\Delta\lambda = \lambda_1 - \lambda_0 = \lambda_0 - \lambda_2$). Праця Мандельштама "Про розсіювання світла неоднорідним середовищем" [21] була опублікована набагато пізніше публікації результатів французького фізика Л. Бріллюена [22]. Дане явище називають ефектом Мандельштама–Бріллюена. Дублет Мандельштама–Бріллюена, близько розміщений біля основної лінії, був експериментально підтверджений Є.Ф. Гроссом (1930 р.).

У 1930 р. індійський фізик Ч.В. Раман (1888–1970 рр.) був удостоєний Нобелівської премії з фізики за відкриття комбінаційного розсіювання. Незалежно від Рамана комбінаційне розсіювання відкрили Л.І. Мандельштам і Г.С. Ландсберг у тому ж році [23]. Спочатку своє відкриття Раман по-



Л.І. МАНДЕЛЬШТАМ



О.Г. ГОЛЬДМАН

милково інтерпретував як оптичний аналог ефекту Комптона. Мандельштам і Ландсберг у своїх перших роботах відразу ж вказали на помилковість такого припущення.

Мандельштам був одним із фундаторів Одеського політехнічного університету (1918 р.). Незважаючи на складні умови того часу, вчений працюючи завідуючим кафедрою фізики, створив фізичну лабораторію, поставив читання лекцій і практичних занять в університеті на високий науковий рівень.

Гольдман Олександр Генріхович (1884 р., Варшава, Польща – 1971 р., Київ) – академік АН УРСР (1929 р.), доктор фізико-математичних на-



П.С. ПЕКАР

ук (1935 р.), професор (1946 р.). Навчався у Лейпцизькому університеті (1905–1908 рр.), де захистив докторську дисертацію на тему “Фотоелектричні дослідження елементів у розчинах фарб” (1908 р.) і отримав вчений ступінь доктора філософії. У 1908 р. повернувся до Києва і після закінчення навчання в Університеті Святого Володимира у Києві (1901–1909 рр.) розпочав працювати лаборантом фізичної лабораторії університету. Основні напрями наукової діяльності: фізика напівпровідників і діелектриків, електролюмінесценція, історія фізики.

Керуючи лабораторією електролюмінесценції в ІФ АН УРСР (з 1959 р.), успішно працював над дослідженням явищ електролюмінесценції і електрофотолімінесценції. Отримав і досліджував об’ємну електролюмінесценцію, яка супроводжується емісією “гарячих електронів”. Відкрив новий тип фотографічних процесів, який базується на використанні прихованого зображення, що утворюється в люмінофорі. Це дало можливість перетворювати інфрачервоне зображення у видиме більш ефективно, ніж при використанні сенсibilізованих фотопластинок. У 1963 р. вчений розпочав дослідження ефекту Гудден–Поля, який проявляється у посиленні інтенсивності світла при накладанні сильних електричних полів. О.Г. Гольдман разом із співробітниками показав, що в цинк-сульфідних фосфорних матеріалах ефект Гудден–Поля є індикатором стану їх фотополяризації [24].

Протягом багатьох років працював на викладацькій роботі, велику увагу приділяв розвитку

фізичних досліджень на території України. Був одним із організаторів проведення 2-го з’їзду Російської асоціації фізиків, який відбувся у Києві (1921 р.). У цьому ж році організував і очолив один із перших наукових фізичних центрів в Україні – Фізичну дослідницьку лабораторію при Київському управлінні освіти, яка у 1922 р. була реорганізована на Київську науково-дослідну кафедру фізики при Київському політехнічному інституті. Велика робота кафедри під керівництвом О.Г. Гольдмана дала змогу перетворити (1929 р.) кафедру у Київський Науково-дослідний інститут фізики Наркомосвіти УРСР, який у 1936 р. був перейменований в ІФ АН УРСР. О.Г. Гольдман очолював ІФ АН УРСР до 1938 р. Вчений був редактором створеного ним першого в Україні фізичного часопису “Фізичні записки”.

Пекар Соломон Ісаакович (1917 р., Київ – 1985 р., Київ) – академік АН УРСР (1961). Закінчив Київський університет (1938 р.), викладав у Київському державному університеті (1941–1944 рр.), працював у ІФ АН УРСР (1938–1960 рр.), Інституті напівпровідників АН УРСР (1960–1985 рр.). Основні напрями наукової діяльності: теорія твердого тіла, теорія ядерних сил, теорія плазми, теорія лазерів, оптика кристалів.

С.І. Пекар теоретично показав, що спектральний склад світла, поглиненого екситонами, за своїм характером має бути схожим до спектра атома Гідрогена [25]. Пізніше цей спектр був експериментально виявлений Е.Ф. Гроссом [26]. Вчений є автором наукового відкриття “Явище розповсюдження додаткових світлових хвиль в кристалах” (диплом №323 від 1986 р.). Свої дослідження у галузі оптики кристалів Пекар узагальнив у монографії “Кристаллооптика та додаткові світлові хвилі” [27], яка була видана англійською мовою [28].

С.І. Пекару на захисті кандидатської дисертації у 1941 р. було присуджено науковий ступінь доктора фізико-математичних наук. Цю пропозицію висловили і підтримали такі відомі у світі фізики як В.Є. Лашкар’єв, І.Є. Тамм, Я.І. Френкель. С.І. Пекар був одним із засновників Інституту напівпровідників АН УРСР і очолював відділ теоретичної фізики, де працював впродовж 1960–1985 рр.

4. Спектроскопія

Прихот’ько Антоніна Федорівна (1906 р., П’ятигорськ, РФ – 1995 р., Київ) – перша жінка –

доктор фізико-математичних наук у Радянському Союзі (1943 р.), академік АН УРСР (1964 р.). Працювала в Українському фізико-технічному інституті АН УРСР в Харкові (1930–1941 рр.), Інституті фізичної хімії АН УРСР (1941–1944 рр.), на посаді завідуючого відділом фізики кристалів у ІФ АН УРСР (з 1944 р.), директор Інституту фізики АН УРСР (1965–1970 рр.). Основні напрями наукової діяльності: низькотемпературна спектроскопія, оптика неметалевих кристалів.

Наукову діяльність А.Ф. Прихотько розпочала у Ленінградському фізико-технічному інституті, а у 1930 р. разом із групою молодих вчених була переведена до Харкова у організований Український фізико-технічний інститут. Перші її наукові роботи співпали з початком становлення нової області фізики – спектроскопії кристалів. Працюючи в Українському фізико-технічному інституті АН УРСР (м. Харків), А.Ф. Прихотько під керівництвом І.В. Обреїмова розпочала важливі дослідження спектрів молекулярних кристалів при наднизьких температурах [29].

У 1931 р. Я.І. Френкель теоретично передбачив існування екситонів. Розв'язуючи задачу про збудження в ідеальному кристалі, вчений показав, що збуджений стан, який виник у якого-небудь атома такого кристала не може бути локалізований там, де знаходиться цей атом, а має переміщуватися по кристалу у вигляді хвилі збудження. Вчений назвав цю хвилю екситоном. Енергія збудження буде мандрувати від атома до атома до тих пір, доки один із атомів, який її отримав, не перейде у незбуджений стан, випромінивши квант енергії. Завдяки міграції екситонів поглинання і випромінювання світла відбувається у різних атомах, розділених між собою відстанню, яка набагато перевищує період кристалічної ґратки. Тому таке світіння має бути притаманним лише тілам з кристалічною структурою.

Наприкінці 40-х років ХХ ст. Прихотько виявила у спектрах поглинання молекулярних кристалів (нафталіну, антрацену, бензолу, нафтацену та інших) мультплети смуг, різко поляризованих за кристалографічними напрямками, які були відсутні у спектрах вільних молекул. Наявність цих смуг є характерною ознакою існування екситонів. Експериментально існування екситонів було виявлено Е.Ф. Гроссом [30, 31], а пізніше було досліджено у роботах київської школи.



А.Ф. ПРИХОТЬКО

Прихотько разом із співробітниками [32] експериментально виявили і дослідили оптичний спектр екситонів різних неметалічних кристалів. А.Ф. Прихотько розробила ряд методик вироццування надтонких кристалів органічних сполук, придатних для низькотемпературних спектральних досліджень. Однією з перших робіт, виконаних А.Ф. Прихотько у ІФ АН УРСР (м. Київ), було дослідження надтонких (10^{-8} – 10^{-6} м) монокристалів нафталіну при водневих температурах.

А.Ф. Прихотько встановила основні закономірності поглинання і випромінювання світла органічними кристалами, виконала перші низькотемпературні вимірювання нормальної і аномальної дисперсії світла у них, експериментально виявила і дослідила екситони у молекулярних кристалах, виконала ряд робіт із дослідження криокристалів, що призвело до відкриття бі- та поліекситонів. Визначила основні закономірності поглинання і випромінювання світла органічними кристалами [33]. А.Ф. Прихотько створила київську наукову школу, дослідження якої отримали всесвітнє визнання. Роботи школи Прихотько, виконані у ІФ АН УРСР, є фундаментальними роботами із спектроскопії кристалів, які заклали новий напрямок кристалооптики.

Давидов Олександр Сергійович (1912 р., Євпаторія – 1993 р., Київ) – академік АН УРСР (1964 р.), працював в ІФ АН УРСР (1945–1953 рр., 1964–1966 рр.), науково-дослідному інституті в м. Обнінськ (1953–1956 рр.), професор Москов-



О.С. ДАВИДОВ



М.Т. ШПАК

ського університету (1953–1964 рр.), Інституті теоретичної фізики АН УРСР (з 1966 р., директор з 1973 р.). Основні напрями наукової діяльності: теорія екситонів у молекулярних кристалах, теорія атомного ядра, квантова біофізика.

О.С. Давидов теоретично обґрунтував теорію екситонів у молекулярних кристалах [34, 35: 328–390]. Як відомо, квант світла діючи на електрони атомів кристалів спричиняє появу екситонів. Давидов подав теоретичне обґрунтування даної ідеї. Згідно з його вченням, екситони Френкеля вільно поширюються резонансним чином у кристалі,

захоплюючи усі молекули кристала. Теорія Давидова пояснювала особливості поглинання, випромінювання, розсіювання, люмінесценції і дисперсії світла молекулярними кристалами.

Давидов (1951 р.) передбачив, що між молекулами в елементарній комірці існує взаємодія, яка призводить до мультиплетного розщеплення невироджених енергетичних рівнів молекул при утворенні кристала з декількома молекулами. Явище “давидівського розщеплення” є спектральною ознакою утворення екситонів і було вперше експериментально виявлено в ІФ АН УРСР.

О.С. Давидов проводив значну науково-організаційну і редакторську роботу [36: 514]. Був заступником головного редактора журналу “Доповіді АН УРСР” (з 1980 р.), членом редакційно-видавничої ради АН УРСР, членом редколегій журналів “Теоретична і математична фізика” (з 1972 р.), “Ядерна фізика” (з 1965 р.), “Український фізичний журнал” (з 1967 р.).

Шпак Марат Терентійович (1926 р., Сумська обл. – 1993 р., Київ) – член-кореспондент АН УРСР (1969 р.), академік АН УРСР (1990 р.), з 1955 р. працював в ІФ АН УРСР (1970–1987 р., директор). Основні напрями наукової діяльності: спектроскопія твердого тіла, квантова електроніка.

Виявив і досліджував власну екситонну люмінесценцію молекулярних кристалів, вплив на неї дефектів кристалічної ґратки, вивчав локальні екситонні стани в кристалах. Приймав участь у розробці і створенні кільцевих високостабілізованих лазерів на розчинах органічних барвників і рідких кристалів. Виконав ґрунтовні дослідження у галузі люмінесценції кристалів, зокрема, з’ясував роль домішок і дефектів, досліджував спектри термічно деформованих кристалів. Усі ці дослідження є вагомим внеском у спектроскопію молекулярних кристалів.

Вчений є автором і співавтором більше 300 наукових праць, монографій [37, 38], зокрема, монографія “Спектроскопія дефектів в молекулярних кристалах”, видана англійською мовою [39]. М.Т. Шпак був керівником Наукової ради АН УРСР з “Квантової електроніки”, брав участь у роботі Наукової ради АН СРСР “Люмінесценція і розвиток її застосування у народному господарстві”, Президії республіканського правління спілки “Знання”, був заступником головного редактора “Українського фізичного журналу”. Вчений

був фундатором (1973 р.) Республіканської школи “Спектроскопія молекул і кристалів”. М.Т. Шпак керував відділом фотоактивності Інституту фізики АН УРСР з моменту його заснування (1966–1993 рр.). У 2006 р. на базі відділу фотоактивності було створено 2 відділи: когерентної і квантової оптики та лазерної спектроскопії.

Білий Михайло Улянович (1922 р., Чернігівська обл. – 2001 р., Київ) – член-кореспондент АН УРСР (1969 р.), завідувач кафедр експериментальної фізики, оптики твердого тіла, оптики Київського державного університету імені Т.Г. Шевченка (1963–1993 рр.), ректор Київського державного університету імені Т.Г. Шевченка (1970–1985 рр.). Основний напрям наукової діяльності: фізична оптика.

У 1964 р. захистив дисертацію на здобуття вченого ступеня доктора фізико-математичних наук [40]. М.У. Білий провів ряд важливих досліджень із вивчення люмінесценції розчинів солей деяких важких металів та їх фізико-хімічного стану в розчині. Вчений встановив умови виникнення фотолюмінесценції розчинів електролітів, довівши, що першопричиною відсутності люмінесценції в таких розчинах є наявність сильного температурного гасіння. Білий вперше виявив і дослідив свічення розчинів солей вісмуту, олова, телуру, германію, галію, індію, міді, золота, срібла. Ці важливі дослідження дали йому змогу встановити ряд закономірностей у спектральних характеристиках люмінесцентних розчинів.

Лисиця Михайло Павлович (1921 р., Житомирська обл. – 2012 р., Київ) – доктор фізико-математичних наук (1961 р.), академік АН УРСР (1982 р.), автор 40-ка авторських свідоцтв на винаходи. Основні напрями наукової діяльності: спектроскопія, нелінійна оптика, квантова електроніка.

У 1961 р. організував в ІФ АН УРСР відділ оптики, де було здійснено ряд відкриттів всесвітнього значення. М.П. Лисиця разом з учнями детально дослідили хід показника заломлення всередині смуг екситонних переходів при різних інтенсивностях лазерного випромінювання, що дало змогу наочно продемонструвати ефект зникнення екситонів при високій концентрації фотогенерованих носіїв і виникнення електрон-діркової плазми. Під керівництвом Лисиці було відкрито комбінований резонанс Фермі–Давидова в спектроскопії



М.У. БІЛИЙ



М.П. ЛИСИЦЯ

кристалів, розроблено точну теорію багатопарових систем, що стало основою створення важливих оптичних систем для просвітлення оптики, багатопарових поляризаторів і відбивачів світла, створено діючі зразки твердотільних лазерів, досліджено механізми генерації когерентного випромінювання та явища нелінійної оптики. Було відкрито два нові нелінійні оптичні поляризаційні явища: додаткової нелінійної оптичної активності в гіротропних кристалах і гігантської оптичної активності в негіротропних кубічних кристалах з домішковими тунельними центрами. Ці відкриття дали змогу



В.В. ЄРЕМЕНКО



І.І. КОНДІЛЕНКО

реалізувати нові методи керування характеристиками світлового випромінювання.

Академік М.П. Лисиця сформулював загальну теорію багатошарових оптичних систем. Технології виготовлення поляризаторів інфрачервоного випромінювання, багатошарових дзеркал, світлоподільних систем та фільтрів, розроблені вченим, було впроваджено у промислове виробництво. Міжнародним визнанням робіт українського вченого М.П. Лисиці є присудження йому Академією наук Чехословаччини Медалі Йоганеса Маркуса Марці як видатному спектроскопісту.

Михайло Павлович є автором і співавтором близько 500 наукових праць, серед них перша у світі “Волоконна оптика” [41], яка перевидана англійською мовою. Вчений був відомим популяризатором науки, видавши ряд навчальних посібників [42, 43].

Єременко Віктор Валентинович (1932 р., Харків – 2017 р., Харків) – доктор фізико-математичних наук (1967 р.), професор (1968 р.), академік АН УРСР (1978 р.), завідуючий лабораторією електропровідності і надпровідності (1961–1963 рр.), завідуючий відділом магнетизму та магнетооптики (1963–1986 рр.), завідуючий відділом спектроскопії магнітних і молекулярних кристалів (1986–1994 рр.) у Фізико-технічного інституту низьких температур ім. Б.І. Веркіна НАН України (ФТІНТ НАН України), директор ФТІНТ НАН України (1991–2006 рр.), головний науковий співробітник і радник при дирекції ФТІНТ НАН України (з 2006 р.). Основні напрями наукової діяльності: оптичні і фотоелектричні властивості напівпровідників, магнітооптика.

В.В. Єременко є співавтором важливих робіт із дослідження оптичних і фотоелектричних властивостей напівпровідників [44–46] та спектроскопії молекулярних кристалів [47, 48]. Український вчений вперше виявив існування екситон-домішкових комплексів, ввівши поняття про них у кандидатській дисертації “Оптичні і фотоелектричні явища в кристалах CdS при низьких температурах” (1959 р.). Вчений проводив важливі дослідження із вивчення спектральних і магнітооптичних властивостей антиферомагнітних кристалів. У 1966 р. захистив докторську дисертацію на тему “Оптична спектроскопія антиферомагнетиків”. Ці експериментальні дослідження відіграли першорядну роль при формуванні сучасних поглядів про взаємодію світла з магнітними кристалами. Вперше було доведено, що електронно-магнітні смуги поглинання світла більш чутливі до встановлення магнітного порядку, ніж електронні.

Єременко є співавтором більше 400 публікацій, монографій “Вступ у спектроскопію магнетиків”, “Магнітооптика і спектроскопія антиферомагнетиків”, “Магнітні і магнітопружні явища в антиферомагнетиках і надпровідниках”. Дві останні з них перевидані англійською мовою. Протягом багатьох років (1966–1999 рр.) займався викладацькою діяльністю у Харківському державному університеті

ті, був співавтором підручника “Лекції з магнетизму”. Велику увагу приділяв міжнародному співробітництву, був головним редактором журналу “Фізика низьких температур”.

5. Нелінійна оптика

Конділенко Іван Іванович (1919 р., Донецька обл. – 1993 р., Київ) – член-кореспондент АН УРСР (1967 р.), завідувач кафедру експериментальної фізики (1951–1963 рр.), декан радіофізичного факультету (1963–1972 рр.), завідувач кафедру нелінійної оптики Київського державного університету імені Тараса Шевченка (1963–1981 рр.). Основні напрями наукової діяльності: молекулярна і атомна спектроскопія, комбінаційне розсіювання світла, квантова електроніка, фізика твердого тіла, нелінійна оптика.

У 1950 р. році успішно захистив кандидатську дисертацію на тему “Люмінесценція і поглинання розчинів солей талію”, а у 1965 р. – докторську “Вплив умов збудження і фізичного стану середовища на інтенсивність спектрів комбінаційного розсіювання світла”. Виконав дослідження індикатриси комбінаційного розсіювання світла, вперше виміряв абсолютний енергетичний вихід для даного явища за допомогою створеної циліндричної ртутної лампи низького тиску, яка була ефективнішою за існуючі в 300–400 разів. Отримав значення Фермі-резонанс у спектрах комбінаційного розсіювання, встановив конкуренцію компонент вимушеного комбінаційного розсіювання. На основі досліджень створив прилад для дистанційного визначення складу атмосфери (лідар).

І.І. Конділенко є фундатором наукової школи із спектроскопії комбінаційного розсіювання світла в Україні. Займався просвітницькою роботою, був головою правління товариства “Знання” УРСР (1970–1978 рр.). Вчений є співавтором ряду навчальних посібників [49, 50].

6. Висновки

Проведений аналіз робіт дав змогу зробити висновок про пріоритетність ряду досліджень українських вчених у світовій науці.

Модуляційний підхід до явища розсіювання світла (1918 р.), запропонований Л.І. Мандельштамом під час роботи у Одеському політехнічному інституті, сприяв бурхливому розвитку опти-

ки. Відкриття комбінаційного розсіювання світла дало змогу Л.І. Мандельштаму розробити новий метод спектрального аналізу молекул, який отримав визнання у світі.

В Одеському університеті в 20-і рр. ХХ ст. на кафедрі фізики під керівництвом М.П. Кастеріна були виконані дослідження ліпмановської кольорової фотографії і дисперсії світла. Ці праці стали основою для створення наукової школи Є.А. Кирилова, яка досягла значних успіхів у побудові теорії прихованого фотографічного зображення.

Роботи, виконані І.В. Обреїмовим і А.Ф. Прихотько у 30-і рр. ХХ ст. в Українському фізико-технічному інституті АН УРСР, поклали початок новим напрямкам фізичної науки: низькотемпературній спектроскопії і оптиці неметалічних кристалів. Вперше в історії спектроскопії було здійснено широкий комплекс досліджень властивостей молекулярних кристалів при температурах, близьких до 0 К, що дало змогу встановити глибокий зв'язок між спектрами і кристалічною структурою речовини.

Експериментально існування екситонів у спектрах поглинання було виявлено Е.Ф. Гроссом і детально досліджене у роботах київської школи (В.Л. Броуде, А.Ф. Прихотько, Е.Й. Рапба). А.Ф. Прихотько заснувала (1944 р.) відділ кристалів Інституту фізики АН УРСР, основною тематикою якого спочатку була низькотемпературна спектроскопія молекулярних кристалів. А.Ф. Прихотько організувала спектральну лабораторію, яка стала найбільшим у світі центром низькотемпературної спектроскопії неметалічних кристалів. Було досліджено роль домішок і дефектів кристалічної ґратки у свіченні молекулярних кристалів; відкрито і досліджено власну екситонну люмінесценцію молекулярних кристалів; розроблено методику дослідження генезису і структури екситонних зон; розроблено точні кількісні методи вимірювання поглинання і дисперсії світла в молекулярних кристалах, що дало змогу виявити ефекти в області екситонного поглинання, які були передбачені теорією (наприклад, додаткові світлові хвилі у кристалах, зумовлені просторовою дисперсією); вперше були виміряні форми екситонних смуг поглинання та показано їх зв'язок із збудженнями екситонів різних типів.

Дослідження екситонних станів, виконані А.Ф. Прихотько, М.Т. Шпаком, М.С. Бродиним в

ІФ АН УРСР, відносяться до фундаментальних робіт із спектроскопії кристалів. Ці роботи заклали основу для створення нового методу дослідження недосконалостей кристалічної структури, нового методу вивчення природи деформації, теорії кристалооптики поглинаючих середовищ. У тісному зв'язку з цими роботами науковою школою О.С. Давидова (А.Ф. Лубченко, Е.Й. Рашба) в ІФ АН УРСР була розроблена теорія екситонів у молекулярних кристалах, яка пояснювала особливості поглинання, випромінювання, люмінесценції, розсіювання і дисперсії світла молекулярними кристалами. Це були фундаментальні експериментальні і теоретичні дослідження екситонів у кристалах, які поклали початок широкому дослідженню спектрів неметалічних кристалів у світовій науці.

В області некогерентної оптоелектроніки значні роботи були виконані С.В. Свечніковим в Інституті напівпровідників АН УРСР, що дало змогу розробити ряд оптоелектронних пристроїв аналогової дискретної вимірювальної та обчислювальної техніки. Академік В.В. Єременко виконав важливі роботи із дослідження оптичних і фотоелектричних властивостей напівпровідників, оптики, спектроскопії і фазових переходів магнітопорядкованих кристалів. В області нелінійної оптики працює академік М.С. Бродин, який виховав групу талановитих учнів (І.В. Блонський, А.О. Борщ). Вчений отримав оптичні характеристики молекулярних кристалів в області власного поглинання, що дало змогу визначити такі параметри екситонного збудження, як сила осциляторів. Разом із співробітниками вперше провів ґрунтовні дослідження форми низькотемпературних кривих основних оптичних характеристик молекулярних і напівпровідникових кристалів. Це дало змогу отримати дані про характер екситон-фононої взаємодії.

Вчені, крім наукової роботи, значну увагу приділяли викладацькій діяльності. Багато дослідників створили свої наукові школи і займалися просвітницькою діяльністю. Підтвердженням цього є слова академіка Л.І. Мандельштама, з якими він звертався у вступній лекції до студентів Одеського політехнічного інституту: "Якщо хтось із вас відчує у собі прагнення до занять фізикою, то я завжди з великою приємністю буду допомагати у цьому прагненні" [51: 63].

1. Kogar *et al.* Signatures of exciton condensation in a transition metal dichalcogenide. *Science* **358**, Iss. 6368, 1314 (2017).
2. A. Prikhotjko. Absorption Spectra of Crystals at Low Temperatures. *J. Physics USSR* **8**, 257 (1944).
3. А.Ф. Прихотько. Исследование спектров молекулярных кристаллов при низких температурах. *Оптика и спектроскопия* **3**, вып. 5, 434 (1957).
4. A.S. Davydov. *Theory of Molecular Excitons* (Plenum, 1971).
5. V.L. Broude, E.I. Rashba, E.F. Sheka. *Spectroscopy of Molecular Excitons* (Springer, 1985).
6. Antonina Fedorivna Prykhotko (to her 100th birthday). *Ukr. J. Phys.* **51**, No. 4, 327 (2006).
7. Mykhailo Pavlovych Lisitsa (to his 85th Birthday). *Ukr. J. Phys.* **51**, No. 4, 423 (2006).
8. O. Proskura. Creative work regardless of obstacles: The Ukrainian physicist Oleksandr Goldmann (1884–1971). *Ukr. J. Phys.* **51**, No. 10, 1028 (2006).
9. A. Tan'shyna. To the 110-th Anniversary of the Academician of the NAS of Ukraine B.G. Lazarev's Birthday. *Ukr. J. Phys.* **61**, No. 8, 753 (2016).
10. V.G. Litovchenko. Academician of the NAS of Ukraine Vadym Evgenovych Lashkaryov: The outstanding physicist of the 20-th century, the discoverer of a p-n-junction (to the 55-th anniversary of the foundation of the Institute of Semiconductor Physics of the NAS of Ukraine). *Ukr. J. Phys.* **61**, No. 2, 181 (2016).
11. V.G. Litovchenko. On some important results in semiconductor surface science obtained in Ukraine during the independence years (1991–2016). *Ukr. J. Phys.* **62**, No. 1, 80 (2017).
12. В.П. Линник, В.Є. Лашкар'юв. Методи фокусування рентгенівських променів. *Укр. Фіз. Зап.* Т. **1**, 5 (1926).
13. В.П. Линник, В.Є. Лашкар'юв. Знаходження показника заломлення рентгенівських променів з явища цілковитого середового відбиття. *Укр. Фіз. Зап.* Т. **1**, 3 (1927).
14. W. Linnik. Method of determining the position of the symmetry axis of a crystal by means of X-rays. *Nature* **124**, No 3138, 946 (1929).
15. W. Linnik. Der Interferenzversuch von Lloyd mit Röntgenstrahlen. *Ztschr. f. Physik.* **65**, No. 1–2, 107 (1930).
16. В.П. Линник. Работы академика Д.С. Рождественского в области микроскопии. *Изв. АН СССР. Сер. физ.* **5**, № 6, 622 (1941).
17. В.П. Линник. Труды Кеплера в области оптики (К 400-летию со дня рождения). *УФН* **109**, вып. 1, 167 (1973).
18. Г.Г. Кордун. *Радянські фізики* (Вища школа, 1975).
19. Г.Г. Де-Метц. *Загальна методика викладання фізики. Теорія і практика викладання* (ДВУ, 1929).
20. Г.Г. Де-Метц. Столетие метрической системы (1799–1899). *Отдельный оттиск из "Физического обозрения"* **2** (1901).
21. Л.И. Мандельштам. К вопросу о рассеянии света неоднородной средой. *ЖРФХО* **58**, 381 (1926).

22. L. Brillouin. Diffusion de la lumière et des rayons X par un cors transparent homogène. Influence de l'agitation thermique. *Ann. Phys.* **17**, 88 (1922).
23. Gr. Landsberg, L. Mandelstam. Eine neue Erscheinung bei der Lichtzerstreuung in Krystallen. *Naturwissenschaften* **16**, Н. 27, 557 (1928).
24. А.Г. Гольдман, А.И. Проскура. О природе эффекта Гуддена-Поля. *Докл. АН СССР* **150**, №3, 519 (1963).
25. С.И. Пекар. Теория электромагнитных волн в кристалле, в котором возникают экситоны. *ЖЭТФ* **33**, вып. 4, 1022 (1957).
26. Е.Ф. Гросс. Экситон и ее движение в кристаллической решетке. *УФН* **76**, вып. 3, 433 (1962).
27. С.И. Пекар. *Кристаллооптика та додаткові світлові хвилі* (Наукова думка, 1982).
28. S.I. Pekar. *Crystal Optics and Additional Light Waves* (Benjamin Cummings P.C., 1983).
29. I. Obreimow und A. Prichotjko. Die Absorptionsspektren der Krystalle einiger Verbindungen der aromatischen Reihe bei niedrigen Temperaturen. *Phys. Z. Sowjetunion* **1**, 203 (1932).
30. E. Gross, M. Vuks. Sur le nouveau type du spectre de diffusion des cristaux et la structure des liquides. *J. Phys. Radium* **7**, No. 3, 113 (1936).
31. Е.Ф. Гросс. Спектр возбуждения экситонов в кристаллической решетке. *УФН* **63**, вып. 3, 575 (1957).
32. В.Л. Броуде, А.Ф. Прихотько, Э.И. Рашба. Некоторые вопросы люминесценции кристаллов. *УФН* **67**, вып. 1, 99 (1959).
33. *Спектры поглощения молекулярных кристаллов. Бензол и некоторые его гомологи*. Под общ. ред. В.Л. Броуде, А.Ф. Прихотько (Наукова думка, 1965).
34. А.С. Давыдов. *Теория поглощения света в молекулярных кристаллах* (Изд-во АН УССР, 1951).
35. А.С. Давыдов. *Теория твердого тела* (Наука, 1976).
36. Ю.Б. Гайдидей, В.М. Локтев. Олександр Сергійович Давыдов (1912–1993). *Укр. фіз. журн.* **58**, No. 6, 513 (2013).
37. Е.А. Тихонов, М.Т. Шпак. *Нелинейные оптические явления в органических соединениях* (Наук. думка, 1979).
38. Н.І. Остапенко, В.І. Сугаков, М.Т. Шпак. *Спектроскопія дефектів в молекулярних кристалах* (Наукова думка, 1988).
39. N.I. Ostapenko, V.I. Sugakov, M.T. Shpak. *Spectroscopy of Defects in Organic Crystals* (Kluwer, 1993).
40. М.У. Белый. *Люминесценция и поглощения растворов электролитов*. Дисс. ... докт. физ.-матем. наук, Киев (1964).
41. М.П. Лисица, Л.И. Бережинский, М.Я. Валах. *Волоконная оптика* (Техніка, 1968).
42. М.П. Лисица, М.Я. Валах. *Занимательная оптика: атмосферная и космическая оптика* (Логос, 2002).
43. М.П. Лисица, Е.Ф. Венгер. *Занимательная оптика: физиологическая оптика: мир людей* (Вища школа, 2003).
44. В.Л. Броуде, В.В. Ерёмченко, Э.И. Рашба. Поглощение света кристаллами CdS. *Докл. АН СССР* **114**, №3, 520 (1957).
45. В.В. Ерёмченко. Люминесценция кристаллов CdS. *Оптика и спектроскопия* **4**, № 3, 348 (1958).
46. В.Л. Броуде, В.В. Ерёмченко, Н.Н. Чиковани. Структура спектров поглощения и фотопроводимости кристаллов CdS при 20 К. *Докл. АН СССР* **119**, № 5, 911 (1958).
47. В.В. Ерёмченко, В.С. Медведев. О зависимости фотопроводимости и интенсивности люминесценции кристаллов антрацена от длины волны возбуждающего света. *Физика твердого тела* **2**, № 7, 1572 (1960).
48. В.В. Ерёмченко, Ю.Г. Литвиненко, Э.М. Огнева. Температурная зависимость интенсивности полос “кооперативного” поглощения света кристаллическим кислородом. *ЖЭТФ* **48**, № 6, 1611 (1965).
49. И.И. Кондиленко, П.А. Коротков. *Введение в атомную спектроскопию* (Вища школа, 1976).
50. И.И. Кондиленко, П.А. Коротков, А.И. Хижняк. *Физика лазеров* (Вища школа, 1984).
51. *Академик Леонид Исаакович Мандельштам*. (Сборник статей) (Знание, 1980).

Одержано 20.10.17

I. V. Korsun

CONTRIBUTION OF UKRAINIAN SCIENTISTS TO THE DEVELOPMENT OF OPTICS

S u m m a r y

The contribution of Ukrainian scientists to the development of optics as a science, in particular, within the Soviet period, has been analyzed. World's priority for some of those studies is demonstrated. The attention is drawn to the pedagogical and educational activities of Ukrainian scientists. The material is classified according to the optics domains.