ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА

Суховірська Людмила Павлівна – старший викладач кафедри медичної фізики та інформаційних технологій Донецького національного медичного університету, член лабораторії дидактики фізики Центральноукраїнського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка.

Коло наукових інтересів: методика навчання фізики.

Лунгол Ольга Миколаївна – кандидат педагогічних наук, член лабораторії дидактики фізики Центральноукраїнського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка.

Коло наукових інтересів: методика навчання фізики.

УДК 372.853:530.1

Царенко Олег, Садовий Микола

Центральноукраїнський державний педагогічний університет імені Володимира Винниченка

ВНЕСОК УКРАЇНСЬКИХ УЧЕНИХ У РОЗВИТОК НАУКИ ПРО НАПІВПРОВІДНИКИ

Аналіз науково-методичної та навчальної літератури свідчить, що існують певні проблеми щодо використання історичного матеріалу при вивченні фізичних дисциплін. У той же час доведено, що удосконалення рівня предметної підготовки майбутніх вчителів природничих дисциплін пов□язане з вивченням історії фундаментальних наукових відкриттів, використанням у навчальному процесі історичних відомостей щодо виникнення та розвитку найважливіших етапів науки, з узагальненням та систематизацією знань студентів з природничих дисциплін в контексті їх історичного розвитку. У статті приведено історичний огляд становлення науки про напівпровідники у першій половині XX ст. та внесок українських вчених в даний напрямок досліджень. Особлива увага приділена теоретичним та практичним розробкам Вадима Євгеновича Лашкарьова, які створили фундамент для сталого розвитку теорії фізики й технології напівпровідників, а також транзисторної мікроелектроніки.

Ключові слова: *навчальний процес, наукове пізнання, принцип історизму, напівпровідники, p–n-перехід, технологія напівпровідників.*

Постановка проблеми. Фізика як наука, що вивчає найбільш загальні закони природи на сьогодні є основою природознавчих дисциплін, науковою базою більшості технологій та одним з найважливіших елементів культури суспільства. Її загальнокультурне значення обумовлено, перш за все, тим, що досягнення фізики утворюють основу сучасного природничо-наукового світогляду і формують базові наукові уявлення людства про світ, в якому воно живе.

Принцип історизму є одним з найважливіших методологічних принципів наукового пізнання. «Історизм» означає такий підхід до аналізу виникнення, розвитку та становлення явищ, коли розглядаються аспекти як минулого, так і майбутнього [16]. Формування в суб'єктів навчання наукового світогляду і усвідомлення особистістю свого місця у житті може бути ефективно реалізовано в процесі навчання за умови систематичного використання історико-методологічного підходу в навчанні фізики та інших природничих дисциплін. У цьому випадку буде успішно реалізовано принцип історизму в навчанні [5; 6]. Для сучасного етапу розвитку суспільства особливого значення набуває запровадження Концепції гуманітаризації освіти. Одним з важливих способів впровадження ідеї гуманітаризації в практику навчання є створення історико-методологічного змісту предметної підготовки учнів та студентів.

Історичний підхід при вивченні природничих дисциплін спонукає до розвитку загальнокультурних компетентностей, дозволяє більш ефективно формувати діалектичний світогляд та наукове мислення суб'єктів навчання. Ще Г. Лейбніц визначальну сутність пізнання вбачав у дослідженні справжнього походження наукового відкриття [17].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У методиці навчання фізики використання знань з історії відкриття явищ і на їх основі зародження і становлення фізики та техніки приділялася значна увага ще з кінця XIX ст. Б.Б. Голіциним, Л. Больцманом, Д.І. Менделеєвим [1]. Особливої уваги заслуговують дослідження вчених XX століття. До них, насамперед відносяться фундаментальні роботи О.Д. Хвольсона, Г.М. Голіна, П.С. Кудрявцева, В.М. Мощанського, Б.І. Спаського, А.В. Усової та інших. Причому такі роботи піддавалось неабиякій критиці. Так перший том історії фізики був підданий у офіційній пресі досить серйозній критиці зі сторини Б.М. Кедрова, І.В. Кузнєцова та ін. Проте на захист стали І.Є. Тамм, Л.Д. Ландау, С.І. Вавілов, А.Ф. Іоффе. Історико-методологічні знання присвячені розвитку пізнавального інтересу учнів та студентів на основі дослідження відомостей з історії розвитку науки і техніки в навчальному процесі. Окремим питанням використання історичних відомостей при вивченні фізики присвячені роботи та дисертаційні дослідження М.В. Головка, Ю.А. Корольова, В.І. Лебедєва, І.В. Попова, О.М. Трифонової, Р.Н. Щербакова, М.І. Шута та інших.

Досвід науковців свідчить, що використання елементів історизму було і залишається одним з важливих питань методики навчання фізики як у вищій, так і у середній школі, вирішення якого дозволяє розширити цілісного уявлення студентів та учнів про фізику як навчальну дисципліну та фізику як науку. Аналіз навчальної та методичної літератури та узагальнення власного досвіду свідчить, що рівень предметної підготовки майбутніх вчителів фізики буде значно мотивованим, коли вивчення історії фундаментальних фізичних відкриттів, історії виникнення та розвитку на їх основі найважливіших напрямків класичної та сучасної фізики буде систематичним і дослідницьким. Мається на увазі не просте знайомство з біографією вченого та переліком його наукових досягнень, як це здійснено у підручниках, а знайомство з історією становлення емпіричного знання і фізичних теорій; розвитком уявлень про еволюцію фізичної картини світу; узагальненням та систематизацією конкретних знань студентів з фізики в контексті її історичного розвитку [18].

Виклад основного матеріалу. Виходячи із вищевикладеного вбачається розкрити історію зародження та розвиток емпіричних та теоретичних знань, яку здійснили українські вчені. Нині не дивина, що напівпровідникова електроніка увійшла в усі сфери науки та техніки, а її успіхи створили базу для розвитку мікро- та наноелектроніки, яка в свою чергу, дозволяє вирішити цілий ряд актуальних проблем: зменшення габаритів, маси та вартості електронної апаратури, розширення її функцій і підвищення надійності. У значній мірі завдяки зусиллям І.К. Кікоїна у 1967 – 1972 роках відбулася реформа фізичної шкільної освіти. До діючого шкільного підручника було додатком надруковано розділ «Напівпровідники».

Таким чином вивчення елементів фізики напівпровідників та напівпровідникових пристроїв стало обов’язковим не лише у профільних ВНЗ, але й у старшій школі. Окрім того, у більшості ВНЗ, які готували фізиків, навчальні курси з фізики твердого тіла, фізики напівпровідників, основ мікроелектроніки стали безальтернативними. Аналіз діючих підручників свідчить, що їх автори лише частково і епізодично використовують історичний матеріал про витоки напівпровідникової науки та особливо про внесок українських вчених у становлення фізичних теорій та розробку технологічних аспектів.

Дослідження авторами змісту цілого ряду навчальних посібників, аналітичних оглядів та наукових статей спонукали до написання даної роботи з метою усунути несправедливе замовчування, а інколи й ігнорування різними авторами внеску українських учених у розвиток науки про напівпровідники.

З історії фізичної науки відомо, що М. Фарадей у 1833 р. виявив «дивну» (на відміну від металів) властивості сульфіду срібла (Ag_2S) збільшувати електричну провідність при

збільшенні температури. Пізніше з'ясувалося, що на провідність деяких твердих тіл може впливати не лише температура, а й світло.

У 1839 р. Е. Беккерель, помістив в електроліт пластинку хлориду срібла з платиновими контактами і спостерігав явище фотоефекту – появу фото-електрорушійної сили при освітленні, а 1873 р. В. Сміт встановив факт різкого зменшення опору селену при його освітленні. Однак, фізична природа цього ефекту залишалась незрозумілою ще досить довго.

Нарешті, 1874 р. К. Браун встановив, що точковий контакт металу з сульфідом металу може бути випрямлячем: пропускати струм в одному напрямку і не пропускати в іншому [15].

У 1906 р. американський інженер Г. Пікард запатентував кристалічний детектор [20]. Його роботами зацікавилися електротехніки.

У цей час певні успіхи у використанні напівпровідникових матеріалів мав О.В. Лосєв у Нижегородська радіолабораторії [4]. Проте системні дослідження напівпровідників було розпочато було лише на початку 20-х років Київською науково-дослідною кафедрою Наркомосвіти УРСР під керівництвом доктора фізико-математичних наук Ф.Г. Гольдмана [15]. Аналогічні роботи проводилися в середині 20-х років у Фізичному інституті Імператорського Новоросійського університету (м. Одеса) під керівництвом професора Є.А. Кирилова [11] Тому не дивно, що вже в 1935 р. в Одесі була проведена Третя всесоюзна конференція з напівпровідників, де Є.А. Кирилов доповідав про спектральні дослідження фотоефекту на кристалах купріту, дослідження впливу температури на досліджуваний эффект та ін. Це були дійсно перші кроки в розвитку нової галузі знань − фізики напівпровідників. В центрі уваги п'ятидесяти доповідачів конференції стали дослідження внутрішнього фотоефекту в монокристалах куприту і діелектриках, теорія фотопровідності, явища поляризації в полікристалічному оксиді міді при температурі рідкого повітря; термоелектричні властивості окислу міді, електропровідність оксиду ванадію, нові властивості темнової і світлової провідності селену, фотоелектричні явища в оксиді міді під дією магнітного поля.

Починаючи з 1929 р. під керівництвом засновника Інституту фізики АН України О.Г. Гольдмана (м. Київ) тривали експериментальні роботи з дослідження фотогальванічного ефекту Беккереля, у яких брали участь О.Г. Миселюк, Г.А. Федорус, М.П. Лукасевич, В.К. Бернадський та інші дослідники. У трагічному 1938 р. О.Г. Гольдмана було звинувачено у націоналізмі і вислано в Казахстан, тому роботи значно загальмувалися на десятиліття [13].

Фундаментальні ж дослідження з теорії напівпровідників розпочато лише на початку 30-х років XX ст.

Так, у 1932 році вийшла перша теоретична робота І. Є. Тамма, в якій передбачалося існування на поверхні кристалів особливих електронних станів, названих спочатку поверхневими, а потім «таммівськими» [2].

У. Шоклі у 1939 р. досліджуючи електронну структуру ковалентних кристалів типу алмазу (до яких, у тому числі, відносяться напівпровідники кремній та германій), довів існування в них поверхневих електронних станів і дав наглядну інтерпретацію цього явища мовою хімічних зв'язків.

І лише в 1947 р. Дж. Бардін передбачив, що заповнення або збіднення поверхневих станів відіграє вирішальну роль у формуванні так званого бар'єру Шотткі – перепаду електростатичного потенціалу на контакті напівпровідників з металом чи напівпровідником іншої провідності. Це було власне перше використання «таммівських станів» для пояснення широкого кола явищ і у фізиці твердого тіла, і у фізиці напівпровідників.

Маючи значні експериментальні наробки у 20−30-х роках минулого ст. з'являються перші промислові напівпровідникові прилади: мідно-закисні випрямлячі, які винайшли

та впровадили в практику Л. Грендаль і Х. Гейгер [4]; потужні селенові випрямлячі, які виготовлялись на основі патентів Ф. Прессе [13]. Однак, пояснення механізму випрямлення змінного струму з фізичної точки зору на той момент ще не було [8].

Саме над цими проблемами у 1939 р. (після повернення в м. Київ із Архангельського медичного інституту, де перебував на виселенні) В. Є. Лашкарьов, майбутній академік АН УРСР, розпочинає інтенсивні дослідження у Інституті фізики АН України та на кафедрі фізики Київського державного університету.

Доцільно подати коротку бібліографічну довідку Вадима Євгеновича Лашкарьова (1903–1974) − відомого українського фізика, академіка АН України (з 1945 р.). З його ім'ям пов'язано становлення та розвиток фізики і техніки напівпровідників в Україні та СРСР [12]. Він відноситься до того покоління українських фізиків, які долучилися до науки у складні роки після першої світової війни, революції та громадянської війни і дали поштовх до зародження нових розділів фізики. Після закінчення Київського інституту народної освіти був аспірантом і викладачем науково-дослідницької кафедри фізики (1923–1927) в Київському політехнічному інституті. Вже в ті роки В.Є. Лашкарьов проявив себе талановитим експериментатором, про що свідчить стаття «Науково-дослідчі катедри. Діяльність катедри фізики за 1922–1923 рік», написана завідувачем кафедри професором О.Г. Гольдманом: «За відчитний період відбулося 19 засідань. На кінець відчитного періоду помічається збільшення кількості оригінальних доповідів… Заслуговує бути згаданою і доповідь наймолодшого співучасника бесід В.Є. Лашкарьова студента К.В.І.Н.О» [3, с. 86]. Перші наукові дослідження Лашкарьова відносилися до фізики рентгенівських променів і їх застосування до структурного аналізу.

Досліджуючи за допомогою термозонда запірні шари міднозакисних випрямлячів, В.Є. Лашкарьов відкрив *p–n*-перехід та зобразив першу зонну діаграму *p–n*-переходу [7]. У 1940 р. В.Є. Лашкарьов показав, що в міднозакисних і селенових випрямлячах запірний шар розташований не на самій поверхні напівпровідника, а в його об'ємі на невеликій глибині від поверхні, причому поверхневий шар напівпровідника випрямляча характеризується провідністю іншого типу, ніж увесь інший його об'єм, що знаходиться з іншої сторони від запірного шару. Таке уявлення про запірний шар дало можливість пояснити той факт, що в кристалічних діодах ефект випрямлення, не залежить від природи металу контактної пружинки. Було експериментально також доведено можливість випрямлення в контакті між двома напівпровідниками з електронною і дірковою провідністю [15].

Тоді ж учений з'ясував роль *p–n*-переходу у виникненні вентильного фотоефекту – появу різниці потенціалів при освітленні контакту областей напівпровідника з двома типами провідності. Ця робота В.Є. Лашкарьова за своїм науковим значенням не поступалася працям Шоклі, Бардіна й Браттейна, які були удостоєні Нобелівської премії за відкриття транзистора (1956 р.) [14]. Адже функціонування *p–n*-переходу лежить в основі роботи сучасних напівпровідникових приладів – від простих випрямлячів до найскладніших інтегральних схем. Проте, в силу низки несприятливих обставин (тотальна ізоляція наших учених, стаття з'явилася перед початком Другої світової війни, а її англомовний переклад став доступним лише починаючи з 2008 р.) робота В.Є. Лашкарьова лишилася практично невідомою на Заході. Тут першовідкривачем *p–n*-переходу традиційно вважають Р. Ола, який 27.05.1941 р. (після того як з'явилася друком робота В.Є. Лашкарьова) подав заявку, а сам патент було видано лише 1946 р. [19]. Тому, хоча Р. Ол і працював самостійно в тому ж напрямку, пріоритет В. Лашкарьова у відкритті *p–n*-переходу не може бути поставлено під сумнів [10].

Під час війни, перебуваючи в Уфі (1941–1944), В.Є. Лашкарьов працював в науково-дослідній установі Міністерства електроніки, де розробив та добився промислового випуску потужних міднозакисних випрямлячів для живлення польових військових

радіостанцій [8]. На одному з оборонних підприємств Уфи за його безпосередньої участі в короткий час був побудований великий цех з виробництва напівпровідникових випрямлячів, використовуваних в апаратурі зв'язку, і фотоелементів, що застосовувались для сигналізації в вимірювальній техніці.

Після повернення до Києва (1944), очолюючи кафедру фізики напівпровідників Київського державного університету. Паралельно працював у Інституті фізики АН України. Вдало розгорнув широкі теоретичні та експериментальні дослідження фоточутливих прямозонних напівпровідників. За короткий час дослідив важливий ефект з фото-Е.Р.С. у закису міді. Значення експериментальних робіт виходило далеко за рамки самої проблеми механізму виникнення фото-Е.Р.С. Крім цього розробив теорію цього явища і показав, що не вентильна-Е.Р.С. (або так званий Дембера-ефект) визначається дифузією неосновних носіїв струму, рух яких є лідируючим і викликає біполярну дифузію від освітленого електрода в глибину зразка. Одночасно була розвинена теорія нестаціонарної фотопровідності, передбачена і реалізована на досліді можливість управління фотопровідністю зовнішнім електричним полем. При цьому були введені звичні всім зараз поняття про розтягнуте і стиснуте поле довжини дифузійного зміщення, а звідси природним продовженням з'явилися роботи з біполярної провідності [12; 14].

У цей же період теоретично розглянуто явище, коли в умовах квазінейтральності поле може або притискати носії струму до одного з контактів, або затягувати їх вглибину зразка. Тим самим був розкритий механізм інжекції − найважливішого явища, на основі якого діють напівпровідникові діоди і транзистори [12]. Встановив природу конденсаторної фото-ЕРС, інжекційні властивості *p–n*-переходу та дослідив цим методом спектри поверхневих рівнів [9]. Дослідив вплив контактних полів в структурі метал–напівпровідник [15]. Поза його увагою не залишились і алмазоподібні напівпровідники германій та кремній.

Однак, цілковита нерозробленість технологій отримання «чистих» матеріалів аж до кінця 1940-х р.р. ставила під сумнів саму можливість експериментального дослідження власних напівпровідників. Усі реальні тогочасні напівпровідники були «брудними», сильно домішковими, а результати на них − погано відтворюваними. М.В. Стріха [14] процитував лист В. Паулі до Р. Паєрлса, написаний 1931 р.: «З напівпровідниками працювати не варто, вони − суцільна плутанина, хто зна, чи існують ці напівпровідники взагалі».

А вже починаючи з другої половини XX ст. розвиток напівпровідникової теорії й технологій привів до науково-технічної революції, яка радикально розширила можливості людства. І тут вагомий внесок також належить В.Є. Лашкарьову. В 50-ті роки XX ст. В.Є. Лашкарьову вдалося вирішити проблему масового вибракування монокристалів германію. Досить точними дослідженнями, проведеними в Інституті фізики АН УРСР В.Є. Лашкарьовим та А.Г. Миселюком, було доведено, що досягнутий рівень технології монокристалів германію дозволяє створювати точкові діоди та тріоди із заданими характеристиками. Ці дослідження стимулювали пришвидшення промислового випуску перших (у бувшому СРСР) германієвих діодів та транзисторів.

Починаючи з 1951 р. Інститут фізики АН України під керівництвом В.Є. Лашкарьова працював над створенням перших (в СРСР) точкових транзисторів. Вченим вдається подолати цілий ряд наукових та технологічних проблем, розкриття яких виходить за межі дослідження даної статті [13].

В.Є. Лашкарьов є й піонером інформаційних технологій в Україні й СРСР в галузі транзисторної елементної бази засобів обчислювальної техніки. Цілком справедливо вважати його і одним з перших в світі основоположників транзисторної мікроелектроніки [10].

Висновки. Таким чином, вивчення напівпровідників суб'єктами навчання не може бути відірваним від особистостей, які проводили експериментальні і теоретичні дослідження. Такою яскравою людиною є В.Є. Лашкарьов − один з найосвіченіших людей свого часу. Результатами його праці користувалися не лише виробничники, а й багато видатних вчених різних спеціальностей. Тому знання майбутніми вчителями (викладачами) фізики та технологій, науковцями здобутків Лашкарьов Вадим Євгенович у значній мірі мотивує тягу до знань.

Використання в навчанні відомостей з історії наукових відкриттів, демонстрація ролі науки в соціальному прогресі на різних етапах історії розвитку суспільства, інформація про життя і діяльність вчених мають на меті формування в студентів не тільки системи конкретних предметно-історичних знань, а й становлення у них системи духовних цінностей, моральних позицій та ідеалів, які визначають життєдіяльність молодої людини, його особистісне й професійне становлення.

Перспективи подальших досліджень. Перспективи подальших розвідок ми вбачаємо у дослідженні внеску В.Є. Лашкарьова й інших відомих українських науковців у розвитку знань про напівпровідникові матеріали та розробку основ мікроелектроніки.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Ерошкин Н. П. История государственных учреждений дореволюционной России/ Н. П. Ерошкин − М.: Высшая школа, 1968.– 368 с.
2. Келдыш Л. В. Таммовские состояния и физика поверхности твердого тела. (К 90-летию со дня рождения И. Е. Тамма) / Леонид Венниаминович Келдыш // Природа. – 1985. − № 9. – С. 17−33.
3. Київський політехнічний і Київський сільсько-господарський інститути. XXV років. 1898-1923. Ювілейний збірник.– К.: Державний Трест «Київ-Друк», 1924. – 279 с.
4. Коженевский С. Р. История создания полупроводникового диода (детектора) / С. Р. Коженевский, В. В. Вечер / [Електронний ресурс] // Режим доступу: http://www.epos.ua/view.php/about_pubs_archive
5. Королев Ю. А. Библиографические материалы для формирования объективного историко-физического мышления/ Ю. А. Королев, В. М. Иванов // Физика в школе. − 1991. − № 6. − С. 21−22.
6. Кудрявцев П. С. Курс истории физики / П. С. Кудрявцев − М.: Просвещение, 1982. − 448 с.
7. Лашкарев В. Е. Исследования запорного слоя методом термозонда / В. Е. Лашкарев// Известия АН СССР, серия физическая – 1941. − №4-5. – С. 442-446.
8. Литовченко В. Г. Дослідження напівпровідників, що привели до відкриття p-n переходу українськими ученими/ В. Г. Литовченко // Sensor Electronics and Microsystem Technologies. −2015. – Т. 12. − № 3. –С.28−34.
9. Литовченко В. Г. Мої наукові контакти з В. Є. Лашкарьовим – першовідкривачем p-n переходу / В. Г. Литовченко // Фізика і хімія твердого тіла.– 2014. − Т. 15. − №3. – С. 449−456.
10. Мачулін В. Напівпровідники в усіх вимірах (Інституту фізики напівпровідників ім. В. Є. Лашкарьова НАН України — 50 років) / Володимир Мачулін // Вісник НАН України. − 2010. − № 10. − С. 42−46.
11. Научно-исследовательский институт физики. Исторический очерк 1903 – 2015 р.р. (к 150-летию ОНУ имени И.И. Мечникова)/ Ответ. ред.: И. Н. Коваль. – Одесса: ОНУ, 2015. – 37 с.
12. Памяти Вадима Евгеньевича Лашкарева / Н. Н. Боголюбов, Б. М. Вул, С. Г. Калашников [и др.] // Успехи физических наук. – 1975. – т. 117. – в. 2. – С. 377−378.
13. Стріха М. В. Як починалась наука про напівпровідники/ М. И. Стріха// Sensor Electronics and Microsystem Technologies. − 2013 − Т. 10. − № 3. – С. 11−21.
14. Стріха М. В. Непомічений ювілей (науці про напівпровідники − 100 років)/ М. В. Стріха // Світогляд. – 2013. − №5 (43). – С. 64−69.
15. Стріха М. В. Сторіччя науки про напівпровідники: витоки і український внесок / М. В. Стріха // Український фізичний журнал. – 2014. – Т.59. − №8. – С. 830−839.
16. Философский словарь / А. И. Абрамов и др.; под ред. И. Т. Фролова. –М.: Республика, 2001. – 719 с.
17. Фридман Л.М. Логико-психологический анализ школьных учебных задач / Л. М. Фридман − М.: Педагогика, 1977. – 208 с.
18. Царенко О. М. Про реалізацію принципу історизму при вивченні ядерної ізомерії в курсі загальної фізики/ О. М. Царенко // Наукові записки. – випуск 5. – Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. Частина 3. – Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2014. – С. 47–52.
19. R.S. Ohl, Light-Sensitive Electric Device, U.S. Patent 2402662. / [Електронний ресурс] // Режим доступу: https://www.google.com/patents/US2402662

20. Greenleaf Whittier Pickard «Means for receiving intelligence communicated by electric waves» U.S. Patent 836.531, 1906 / [Електронний ресурс] / Режим доступу: http://www.computer-museum.ru/connect/depesh.htm

Sarenko Oleg, Sadovyi Mikola
Volodymyr Vynnychenko Central Ukrainian State Pedagogical University

CONTRIBUTION OF UKRAINIAN STUDENTS IN SEMICONDUCTOR SCIENCE DEVELOPMENT

Thus, the study of semiconductors by subjects of learning can not be separated from the individuals who conducted experimental and theoretical studies. Such a bright person is Lashkarov V. E. - one of the most educated people of his time. The results of his work were used not only by industrialists, but also by many prominent scientists of various specialties. Therefore, knowledge of future teachers (teachers) of physics and technology, scientists of the achievements Vadym V. Lashkariev largely motivates the craving for knowledge.

Use in the study of information on the history of scientific discoveries, demonstration of the role of science in social progress at various stages of the history of society, information about the life and activities of scientists are aimed at forming not only students of the system of specific subject-historical knowledge, but also the formation of their spiritual system values, moral attitudes and ideals that determine the life of a young person, his personal and professional development.

Prospects for further exploration, we see in the study of V. Ya. Lashkarev's contribution and other well-known Ukrainian scientists in the development of knowledge on semiconductor materials and the development of microelectronics foundations.

Keywords: *educational process, scientific knowledge, the principle of historicism, semiconductors, p–n-junction semiconductor technology.*

Царенко Олег, Садовой Николай
Центральноукраинский государственный педагогический университет имени Владимира Винниченко

ВКЛАД УКРАИНСКИХ УЧЕНЫХ В РАЗВИТИЕ НАУКИ О ПОЛУПРОВОДНИКАХ

Анализ научно-методической и учебной литературы свидетельствует, что существуют определенные проблемы по использованию исторического материала при изучении физических дисциплин. В то же время доказано, что совершенствование уровня предметной подготовки будущих учителей естественных дисциплин связано с изучением истории фундаментальных научных открытий, использованием в учебном процессе исторических сведений о возникновении и развитии важнейших этапов науки, с обобщением и систематизацией знаний студентов по естественным дисциплинам в контексте их исторического развития.

В статье приведен исторический обзор становления науки о полупроводниках в первой половине XX в. и вклад украинских ученых в данное направление исследований. Особое внимание уделено теоретическим и практическим разработкам Вадима Евгеньевича Лашкарева, которые создали фундамент для устойчивого развития теории физики и технологии полупроводников, а также транзисторной микроэлектроники.

Ключевые слова: *учебный процесс, научное познание, принцип историзма, полупроводники, p–n-переход, технология полупроводников.*

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА

Царенко Олег Миколайович − кандидат технічних наук, професор, професор кафедри теорії та методики технологічної підготовки, охорони праці та безпеки життєдіяльності Центральноукраїнського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка.

Коло наукових інтересів: методологічні дослідження навчального процесу, інноваційні педагогічні технології навчання.

Садовий Микола Ілліч – доктор педагогічних наук, професор, завідувач кафедри теорії та методики технологічної підготовки, охорони праці та безпеки життєдіяльності, професор кафедри фізики та методики її викладання Центральноукраїнського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка.

Коло наукових інтересів: фізика твердого тіла, історія фізики, дидактика фізики та технологій.