

О.Г. ГАЛКІНА, В.І. ПЕНТЕГОВ,
О.В. СЕМЕНОВ, С.М. РЯБЧЕНКО, М.В. БОНДАР

Інститут фізики НАН України
(Просп. Науки, 46, Київ 03028, Україна)

**ПАМ'ЯТІ
ЕРНСТА АНАТОЛІЙОВИЧА ПАШИЦЬКОГО
(1936–2023 рр.)**



14 лютого 2023 року на 87 році життя помер Ернст Анатолійович Пашицький, блискучий фізик-теоретик, професор, доктор фізико-математичних наук, член-кореспондент НАН України.

Е.А. Пашицький завжди відрізнявся незалежним способом мислення та надзвичайно широким

Цитування: Галкіна О.Г., Пентегов В.І., Семенов О.В., Рябченко С.М., Бондар М.В. Пам'яті Ернста Анатолійовича Пашицького (1936–2023). *Укр. фіз. журн.* **68**, № 5, 360 (2023).

Citation: Galkina E.G., Pentegov V.I., Semenov A.V., Ryabchenko S.M., Bondar M.V. In memory of Ernst Anatoliyovich Pashitskii (1936–2023). *Ukr. J. Phys.* **68**, No. 5, 361 (2023). <https://doi.org/10.15407/ujpe68.5.361>.

360

(особливо для нашого часу – часу вузької спеціалізації) колом наукових інтересів. За своє більш ніж півстолітнє наукове життя він працював у різних галузях теоретичної фізики, таких як теорія плазми; теорія надпровідності, у тому числі, високотемпературної; теорія твердого тіла, включаючи фізику металів та напівпровідників; фізика поверхні твердих тіл та рідин, включаючи поверхню рідкого гелію; теорія надплинності гелію та його унікальних властивостей в акустичних та електромагнітних полях; теорія шаруватих кристалів та гетероструктур, включаючи квантовий ефект Холла; нанофізика вуглецевих структур – фулериту, нанотрубок, графену; гідродинаміка вихорів у газах, рідинах, а також у сонячній плазмі. А останнім часом Ернст Анатолійович зацікавився проблемами космології та походження нашого Всесвіту.

“Часто я одночасно займався абсолютно різними задачами, і це забезпечувало надійність і стабільність моєї повсякденної наукової роботи: якщо не отримувалася одна якась задача (а це – не рідкість в нашій діяльності!), то удача супутувала в другій проблемі зовсім іншої області фізики”. Так писав Ернст Анатолійович про свій стиль у науковій роботі.

Е.А. Пашицький народився 16-го грудня 1936 року у Житомирі. Батько його Карл Карлович Баганц, німецький комуніст, політемігрант, на початку 30-х років приїхав до СРСР. У 1937-му К.К. Баганцу було “запропоновано” вступити в ін-

тербригаду та поїхати на війну до Іспанії, де він і загинув у 1938 році. Мати, Лідія Федорівна Баганц, була вчителькою музики у дитячих садках. Під час війни маленький Ерік з матір'ю та бабусею опинився в евакуації у Гур'єві в Казахстані. А у 1944-му вони повернулися до Житомира. Ерік дуже добре запам'ятав цю страшну дорогу до Гур'єва, туди й назад, і дуже важке, зовсім не дитяче, життя в евакуації.

Після війни мати одружилася з Анатолієм Юхимовичем Пашицьким, який всиновив Еріка, передавши йому своє прізвище та по-батькові. У 1951-му родина переїхала до Києва. У 1954-му Е.А. Пашицький закінчив школу (зі срібною медаллю) і вступив до фізичного факультету Київського державного університету ім. Тараса Шевченка. Закінчивши фізичний факультет у 1959 році, молодий вчений почав працювати в Інституті фізики АН УРСР, де й займався науковими дослідженнями все своє життя.

Ернст Анатолійович Пашицький розпочав свою наукову діяльність у галузі фізики плазми у Відділі газової електроніки Інституту фізики АН УРСР. Вступивши до цільової аспірантури Інституту атомної енергії ім. І.В. Курчатова, крім свого безпосереднього керівника, А.Б. Михайловського, він пройшов теоретичну школу керівника сектору теорії плазми академіка М.О. Леонтовича. Згодом Ернст Анатолійович неодноразово зазначав, що він опинився в “рівновіддаленому” становищі по відношенню до двох провідних, і багато в чому конкуруючих, теоретичних шкіл – Л.Д. Ландау та М.М. Боголюбова – при цьому ставлячись з великою повагою до обох метрів та підтримуючи чудові стосунки з представниками обох шкіл. В той самий час, сам він любив повторювати, що є прихильником школи Ландау. У 1965 році він повернувся до Києва і на початку 1966 року захистив кандидатську дисертацію на тему: “Питання теорії стійкості нерівноважної плазми”, в якій було розглянуто та класифіковано велику кількість нестійкостей у нерівноважній та одночасно просторово неоднорідній плазмі у зовнішньому магнітному полі, зокрема, сформульовані крайові умови, відомі як умови Михайловського – Пашицького, на межі нерухомої плазми із плазмою з пучком заряджених частинок [1]. Однак незабаром після захисту дисертації, поряд із роботою в галузі фізики плазми, Ернст Анатолійович зацікавився фі-

зикою надпровідності. В 1967 році у нього народжується ідея про існування нефононного механізму надпровідності за рахунок взаємодії електронів з акустичними плазмонами. На той час мало хто з фізиків вірив у можливість такого механізму, і тому йому довелося їхати за підтримкою до харківського УФТІ, до О.І. Ахієзера та В.Г. Бар'яхтара. Схвалення їх він отримав, і з того часу називав В.Г. Бар'яхтара своїм “хрещеним батьком” у надпровідності, а заняття теорією надпровідності стало потім головним напрямком його наукової роботи впродовж всього життя. У 1968 році ним було опубліковано першу статтю в ЖЕТФ [2] про новий нефононний (плазмонний) механізм куперівського спарювання електронів у вироджених напівпровідниках (напівметаллах). Рецензентом, який відкрився для обговорення результатів статті, був Г.М. Еліашберг, якого Е.А. Пашицький вважав своїм вчителем у теорії надпровідності. Згодом можливість плазмонного (кулонівського) механізму надпровідності була всебічно розглянута ним для різних, у тому числі мезоскопічних, шаруватих систем метал – діелектрик у контексті пошуку, тоді ще гіпотетичної, високотемпературної надпровідності (ВТНП). Треба було мати неабияку сміливість, щоб в ті роки заявити про існування високотемпературної надпровідності. Захист дисертації на цю тематику був не простою справою – треба було спочатку здобути визнання наукової громадськості. Доповідь в Інституті фізичних проблем, відгуки провідних теоретиків В.Л. Гінзбурга та Д.А. Кіржниця, Г.М. Еліашберга стали серйозною підтримкою.

У 1974 році Е.А. Пашицький захистив докторську дисертацію на тему: “Коллективні ефекти та надпровідність у системах з кулонівською взаємодією”. Передбачення явища високотемпературної надпровідності майже за 20 років до його експериментального відкриття та розробка нефононного (плазмонного) механізму ВТНП у напівметаллах та шаруватих напівпровідникових структурах є одним із головних наукових досягнень, яке прославило ім'я Ернста Анатолійовича Пашицького. Після відкриття у 1986 році реальної ВТНП у шаруватих купратних метало-оксидах, разом із співробітниками керованої ним у 1989–1997 роках лабораторії теорії недосконалих кристалів (ЛТНК), Е.А. Пашицький вивчав різні аномальні властивості цих сполук із урахуванням їхньої експери-

ментально спостережуваної електронної структури, як у нормальному (вище критичної температури) стані [3], так і у надпровідному – під кутом зору кулонівського механізму надпровідності [4–7]. Але Ернст Анатолійович досліджував надпровідність не лише в рамках екзотичних плазмонного та біполяронного [8], а й традиційного фононного механізму, де ним були запропоновані деякі вдосконалення до відомої формули Макмілана для критичної температури надпровідного переходу та ізотоп-ефекту [9]. В рамках фононного механізму він розглядав також можливість впливу ефекту Яна–Теллера на підвищення критичної температури у фулеритах [10]. В галузі надпровідності (не тільки мікроскопічного механізму, а й багатьох властивостей на мезоскопічному рівні) Е.А. Пашицький – авторитетний фахівець світового рівня. Його запрошували для спільної роботи до провідних університетів США, Сполученого Королівства, Швеції та Німеччини. Під час роботи у Медісонському університеті (США) Е.А. Пашицький разом з Алексом Гуревичем побудували теорію критичних надпровідних струмів в епітаксійних плівках купратних ВТНП на підкладниках з малокутовими межами в залежності від кута розорієнтування [11, 12]. Області плівок над такими межами розглядалися як квазіперіодичні ланцюжки крайових дислокацій, враховувалась інтерференція полів напруги від ядер таких дислокацій, залежність критичної температури надпровідного переходу від тиску в матеріалі плівки, а також надпровідний ефект близькості. Ці ідеї Ернст Анатолійович долучив також до аналізу експериментів по безконтактному вимірюванню критичного струму в епітаксійних ВТНП плівках, що проводились в ІФ та ІМФ НАНУ [13, 14]. Зовсім іншу роль відіграють сітки дислокацій, що утворюються за рахунок розбіжності постійних ґратки на інтерфейсі двох епітаксійно вирощених одна на одній плівок різних монохалькогенідів (які є вузькозонними напівпровідниками). Згідно із запропонованою Е.А. Пашицьким моделлю, виникнення надпровідності у відповідних суперґратках [15] та двошарових структурах [16] завдячує формуванню на деякій відстані від інтерфейсу металічного прошарку (також у вигляді сітки) – за рахунок пружних полів дилатації, зумовлених ядрами дислокацій, та відповідної інверсії зон у вузькозонних напівпровідниках типу PbS. Саме в цьому металі-

чному шарі і відбувається надпровідний перехід. Ернст Анатолійович займався також проблемами, пов'язаними з “куперівським” та “екситонним” спарюванням носіїв заряду в двовимірних (2D) системах у квантуючих магнітних полях. Крім дослідження можливості існування надпровідного стану з критичною температурою T_c , що періодично залежить від магнітного поля [17], та екситонної фази, зіставленої з цілочисловим квантовим ефектом Холла [18, 19], Е.А. Пашицький детально розглянув ситуацію в надвисоких полях, при якій результуючі малі розміри і густина куперівських пар не приводять до когерентного надпровідного стану, але можуть проявлятися у транспортних властивостях, а саме у дробовому квантовому ефекті Холла (ДКЕХ). Ним було показано, що припущення про співіснування зв'язаних пар із вільними носіями дозволяє пояснити практично всі значення дробів у ДКЕХ, що експериментально спостерігаються, тоді як можливість існування зв'язаних триплетних “куперівських” пар у повністю поляризованому стані на найнижчому спіновому рівні Ландау може бути зумовлена електрон-фононною взаємодією 2D електронів з 2D поверхневими акустичними та оптичними фононами, локалізованими поблизу інтерфейсу у напівпровідникових гетероструктурах [20].

Окрім широкого спектра ефектів, пов'язаних із надпровідним та екситонним паруванням [21], до кола наукових інтересів Ернста Анатолійовича Пашицького входили також проблеми магнітного впорядкування. Тут не зайвим буде згадати дослідження антиферомагнетизму у вузькозонних напівпровідниках [22], а також перше теоретичне передбачення феромагнітного впорядкування у вироджених магніто-розбавлених (напівмагнітних) напівпровідниках, де суттєвою виявляється непряма обмінна взаємодія спінів магнітних домішок крізь вироджений газ носіїв заряду [23].

Свій слід Ернст Анатолійович залишив і в теорії надплинності. Йдеться насамперед про ідею щодо вирішальної ролі у формуванні властивостей надплинних рідин, таких як He II, поряд із одночастинковим бозе-ейнштейнівським конденсатом також когерентного парного конденсату сильно взаємодіючих бозе-частинок [24]. До проблеми парних конденсатів він повертався впродовж багатьох років, розвинувши цей підхід у серії статей із різними співавторами [25, 26]. Треба також відзначити

інтерес Е.А. Пашицького до проблем електричної активності надплинного He II та його взаємодії з електромагнітним випроміненням, а також роботи, присвячені питанням гідродинаміки надплинних рідин.

До задач гідродинаміки, якими він починав займатися ще у 60-х стосовно властивостей плазми, Ернст Анатолійович за своє наукове життя повертався неодноразово. Так, починаючи із 90-х років у серії статей ним було розроблено гідродинамічну теорію виникнення та розвитку нелінійних вихорів, вирішальною особливістю яких є наявність об'ємного стоку речовини [27]. Цю теорію він застосував для опису найрізноманітніших вихрових структур і рухів – вихорів у сумішах ${}^3\text{He}$ – ${}^4\text{He}$, торнадо в земній атмосфері та магнітогідродинамічних вихорів у сонячній, а також “розкрутки” сонячного ядра [28–31].

Останніми роками Е.А. Пашицький із притаманним йому ентузіазмом звернувся до зовсім нової для себе задачі – вивчення питань космології. Ним було запропоновано і розвинуто оригінальну модель фазового переходу першого роду по параметру скалярної кривизни в ранньому Всесвіті із подальшим інфляційним розширенням [32].

Крім того, Ернст Анатолійович має піонерські результати з фізики поверхні, де найяскравішим його досягненням є побудова теорії латеральної взаємодії адсорбованих атомів на поверхні металів з урахуванням особливостей перерізів їх поверхонь Фермі (ПФ) для напрямків, що відповідають конкретним атомним площинам. Так, він припустив, що виникнення періодичних структур адсорбованих атомів на певних поверхнях металів з періодом у кілька атомних постійних ґратки може бути пов'язане з фріделівськими осциляціями густини заряду, період яких визначається радіусом відповідного перерізу ПФ, малим порівняно з розміром першої зони Бріллюена [33–36]. Окрім фізики поверхні твердого тіла, Ернст Анатолійович досліджував також нестійкості на поверхні метала в сильних електричних полях з метою розробки рідинних металевих катодів [37].

За роботи з фізики поверхні Е.А. Пашицький, у складі групи співавторів, був удостоєний Державної премії УРСР в галузі науки і техніки за 1987 рік.

Серед учнів Е.А. Пашицького 6 кандидатів наук, троє з яких у подальшому захистили докторські

дисертації; ним опубліковано понад 200 наукових праць у провідних наукових журналах. Він – відомий професор Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Протягом 30 років читав курси лекцій з теоретичної фізики на фізичному та радіофізичному факультетах. Як заступник головного редактора Ернст Анатолійович зробив великий внесок у створення унікального енциклопедичного словника “Фізика твердого тела”. За науково-організаційну роботу над цим виданням йому, разом з іншими членами редколегії, присуджено премію НАН України ім. С.І. Пекара.

Ернст Анатолійович Пашицький відомий як чудовий популяризатор науки. У нього був дар популяризаторства – вміння через загально-доступне викладення доносити складні наукові проблеми. Він автор науково-популярної “Сверхпроводимость и сверхтекучесть в науке и технике” та науково-методичної (підручник для Вишів) “Основы теории сверхпроводимости” книжок, а також статей в авторитетних науково-популярних журналах. Охоче брався Ернст Анатолійович за читання лекцій про сучасні досягнення науки, будучи членом відомого товариства “Знання”, був консультантом на Київській кіностудії науково-популярних фільмів. Його науково-фантастичні оповідання, опубліковані в журналі “Техника молодёжи”, та науково-фантастична книжка “Подорож буде небезпечною”, написана у співавторстві з О. Роженом, заразили любов'ю до науки та пізнання світу багатьох молодих читачів.

Ернст Анатолійович завжди був відкритий для спілкування, у його здатності легко і надовго зближатися з людьми була максимальна доброзичливість, здатність співпереживати та радіти успіхам інших. Багато з тих, хто був знайомий з ним, називали його Еріком. Він був дуже інтелігентною та широко ерудованою людиною, жваво цікавився, крім фізики, музикою, літературою. У протистоянні між фізиками та ліриками, модному у 1960–1970 роках, він не брав участі, мабуть тому, що наприкінці 1980-х сам став писати вірші. Написання поезій у Ернста Анатолійовича починалося як гра. Перші свої вірші він присвячував колегам та друзям до їхніх ювілеїв. Та одного разу відбувся фазовий перехід, коли фізик-теоретик зрозумів, що вірші приходять до нього іноді замість слів з його внутрішнього світу. І тоді він ризикнув, і зібравши достатню кількість віршів, Е.А. Пашицький видав

у 2006 році свою першу поетичну збірку, потім у 2011 році – другу, а останніми роками написав автобіографічну прозу “Моє життя-бытьє”. Головною Музою літературної творчості Ернста Анатолійовича була наука, у багатьох своїх віршах він ясно сформулював своє захоплення нею.

Ернст Анатолійович Пашицький – людина, що мала величезне життєлюбство, розумна, смілива та безкомпромісна. Все його життя належало науці, і, незважаючи на важку багаторічну хворобу, він продовжував працювати і щиро радіти творчості, спілкуванню з друзями та рідними. До кінця своїх днів він зберіг майже дитяче захоплення красою Всесвіту та здатністю людського розуму її осягати. Пам’ять про цю видатну людину назавжди збережуть всі, хто його знав.

1. A.B. Mikhailovskii, E.A. Pashitski. Surface waves in a plasma with a current. *Sov. Phys. JETP* **21**, 1197 (1965).
2. E.A. Pashitskii. “Plasmon” mechanism of superconductivity in degenerated semiconductors and semimetals *Sov. Phys. JETP* **28**, 1268 (1968).
3. E.A. Pashitskii, Y.M. Malozovskii, A.V. Semenov. Plasmon mechanism of excitation relaxation and the kinetic and transport anomalies in metal-oxide cuprates. *Supercond. Sci. Technol.* **5**, 507 (1992).
4. E.A. Pashitskii. Plasmon mechanism of HTSC in cuprate MOCs. *J. Exp. Theor. Phys.* **76**, 425 (1993).
5. E.A. Pashitskii, V.I. Pentegov, A.V. Semenov, E. Abraham. On the role of the Coulomb interaction in the mechanism of d-wave Cooper pairing of charge carriers in high- T_c superconductors. *JETP Lett.* **69**, 753 (1999).
6. E.A. Pashitskii, V.I. Pentegov. Role of charge-density fluctuations and many-particle Coulomb correlations in the mechanism of high-temperature superconductivity of cuprate metal-oxide compounds. *Low Temp. Phys.* **27**, 103 (2001).
7. E.A. Pashitskii, V.I. Pentegov. On the plasmon mechanism of high- T_c superconductivity in layered crystals and two-dimensional systems. *Low Temp. Phys.* **34**, 113 (2008).
8. E.A. Pashitski, V.L. Vinetskii. Plasmon and bipolaron mechanisms of high-temperature superconductivity. *JETP Lett.* **46** (Suppl.), 120 (1987).
9. M.V. Medvedev, E.A. Pashitski, Y.S. Pyatiletov. Effect of the low-frequency peaks of the phonon state density on the critical temperature of superconductors. *Sov. Phys. JETP* **38**, 587 (1974).
10. V.M. Loktev, E.A. Pashitskii. Jahn–Teller effect in C-60 molecules as a possible reason for the superconductivity of doped fullerite. *JETP Lett.* **55**, 478 (1992).
11. A. Gurevich, E.A. Pashitskii. Enhancement of superconductivity at structural defects in high-temperature superconductors. *Phys. Rev. B* **56**, 6213 (1997).
12. A. Gurevich, E.A. Pashitskii. Current transport through low-angle grain boundaries in high-temperature superconductors. *Phys. Rev. B* **57**, 13878 (1998).
13. Y.V. Fedotov, S.M. Ryabchenko, E.A. Pashitskii, A.V. Semenov, V.I. Vakaryuk, V.M. Pan, V.S. Flis. Magnetic-field and temperature dependence of the critical current in thin epitaxial films of the high-temperature superconductor $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$. *Low Temp. Phys.* **28**, 172 (2002).
14. V. Pan, Y. Cherpak, V. Komashko, S. Pozigun, C. Tretiatchenko, A. Semenov, E. Pashitskii, A.V. Pan. Super-current transport in $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ epitaxial thin films in a dc magnetic field. *Phys. Rev. B* **73**, 054508 (2006).
15. N.Y. Fogel, E.I. Buchstab, Y.V. Bomze, O.I. Yuzepovich, A.Y. Sipatov, E.A. Pashitskii, A. Danilov, V. Langer, R.I. Shekhter, M. Jonson. Interfacial superconductivity in semiconducting monochalcogenide superlattices. *Phys. Rev. B* **66**, 174513 (2002).
16. N.Y. Fogel, E.I. Buchstab, Y.V. Bomze, O.I. Yuzepovich, M.Y. Mikhailov, A.Y. Sipatov, E.A. Pashitskii, R.I. Shekhter, M. Jonson. Direct evidence for interfacial superconductivity in two-layer semiconducting heterostructures. *Phys. Rev. B* **73**, 161306 (2006).
17. A.L. Kasatkin, E.A. Pashitski. Quasi-two-dimensional superconductivity in quantizing magnetic field. *Ukr. J. Phys.* **22**, 466 (1977).
18. E.A. Pashitskii. Cooper pairing of two-dimensional electrons in a quantizing magnetic field and the fractional quantum Hall effect. *Low Temp. Phys.* **25**, 690 (1999).
19. E.A. Pashitskii. On the nature of the half-integer quantum features on the transport and Hall resistances of 2D electron systems in a quantizing magnetic field. *Low Temp. Phys.* **27**, 790 (2001).
20. E.A. Pashitskii. New quantum states in the fractional quantum Hall effect regime. *Low Temp. Phys.* **31**, 171 (2005).
21. A.E. Pashitskii. Spectrum of cooperative excitations in the “excitonic” insulator. *Ukr. J. Phys.* **20**, 667 (1975).
22. A.M. Gabovich, A.E. Pashitskii, A.S. Shpigel. Antiferromagnetism of the narrow gap semiconductors in magnetic field. *Ukr. J. Phys.* **22**, 136 (1977).
23. E.A. Pashitskii, S.M. Ryabchenko. Magnetic-ordering in semiconductors with magnetic-impurities. *Sov. Phys. Solid State* **21**, 322 (1979).
24. Y.A. Nyepomnyashchi, E.A. Pashitskiy. Superfluid Bose liquid with the intensive condensate of bosonic pairs. *Zh. Eksp. Teor. Fiz.* **98**, 178 (1990).
25. E.A. Pashitskii. The role of pair correlations in the formation of the ground state and the elementary excitation spectrum in a superfluid Bose liquid (A review). *Low Temp. Phys.* **25**, 81 (1999).
26. E.A. Pashitskii, S.V. Mashkevich, S.I. Vilchynskyy. Superfluid bose liquid with a suppressed BEC and an intensive pair coherent condensate as a model of He-4. *Phys. Rev. Lett.* **89**, 075301 (2002).
27. E.A. Pashitskii. Hydrodynamic instability of vortex in the open system with bulk sink and non-limited influx of

- substance as a possible mechanism of the tornado origin. *Appl. Hydromechanics* **4**, 50 (2002).
28. E.A. Pashitskii, V.N. Mal'nev, R.A. Naryshkin. Vortex nucleation in the process of phase separation of a supersaturated He-3-He-4 mixture. *Low Temp. Phys.* **31**, 105 (2005).
29. E.A. Pashitskii. Nonlinear vortex dynamics in open nonequilibrium systems with bulk mass loss and a generation mechanism for tornadoes and typhoons. *J. Exp. Theor. Phys.* **110**, 1026 (2010).
30. E.A. Pashitskii. On the mechanism of the formation of magnetohydrodynamic vortices in the solar plasma. *Plasma Phys. Rep.* **40**, 820 (2014).
31. E.A. Pashitskii. On fast solid-body rotation of the solar core and differential (liquid-like) rotation of the solar surface. *Plasma Phys. Rep.* **43**, 733 (2017).
32. E.A. Pashitskii, V.I. Pentegov. Inflation of the early cold universe filled with a nonlinear scalar field and a nonideal relativistic Fermi gas. *J. Exp. Theor. Phys.* **124**, 433 (2017).
33. A.M. Gabovich, E.A. Pashitskii. Indirect interaction of adsorbed atoms on surface of metal through electron-gas of substrate. *Sov. Phys. Solid State* **18**, 377 (1976).
34. A.M. Gabovich, L.G. Ilchenko, E.A. Pashitsky, Y.A. Romanov. Charge screening and Friedel oscillations of electron-density of metals with fermi surfaces of various shape. *Sov. Phys. JETP* **75**, 249 (1978).
35. O.M. Braun, E.A. Pashitsky. On the possibility of photostimulated phase-transitions in adlayers on semiconductor surface. *Ukr. J. Phys.* **31**, 1839 (1986).
36. E.A. Pashitski, A.E. Pashitskii. Structure of electron waves on the (111) surface of noble metals as a consequence of topology of the Fermi surface: "Quantum Order" instead of "Quantum Chaos". *JETP Lett.* **60**, 35 (1994).
37. M.D. Gabovich, E.A. Pashitski. On stability of the curved surface of liquid metal in strong electric field. *Sov. Phys. J. Techn. Phys.* **58**, 1695 (1988).

Одержано 22.05.23