

ФОРМУВАННЯ ПІЗНАВАЛЬНИХ ІНТЕРЕСІВ УЧНІВ НА ПОЗАУРОЧНИХ ЗАНЯТТЯХ ІЗ ФІЗИКИ

FORMATION OF COGNITIVE INTERESTS OF PUPILS AT THE CLASSES OUTSIDE LESSONS

Державний стандарт середньої базової освіти в Україні містить вказівки про те, що навчання повинно мати українознавчу спрямованість. Зазначене стосується не лише гуманітарних, а й природознавчих дисциплін, що викладаються у школі. Така спрямованість має досягатися завдяки включенню у викладання певних культурно-історичних моментів природознавчих дисциплін. Одним із методів, що допомагає реалізувати таку мету, є відродження імен вітчизняних науковців. Донесення до школярів імен видатних дослідників України з будь-яких галузей наукового знання, розкриття їхнього наукового внеску збагачує не тільки інформаційно-науковий потенціал учнів, але й зміст природничої освіти, формує у школярів стійку тенденцію до зацікавленості у вивченні певного предмета, робить предмет ближчим до конкретної людини.

У статті проведено аналіз її узагальнення наукового доробку вченого, відомого співвітчизника, фізика І.П. Пулюя у вивченні електромагнітного випромінювання, зокрема рентгенівського, в контексті формування пізнавальних інтересів учнів із фізики. Розглянуто в історико-науковому контексті внесок науковця у розвиток вчення про рентгенівське випромінювання. Реєстрація В.К. Рентгеном нового виду випромінювання не була випадковим явищем, підґрунтям для неї стали праці його попередників і сучасників, що стосувалися проходження електричного струму в газах, серед яких чільне місце займають дослідження І.П. Пулюя. Його особистісні значущість та досягнення в цьому процесі є прикладом для наслідування, розкриваючи який можна формувати в учнів пізнавальний інтерес до фізики і патріотизм.

Зроблено висновок щодо важливості використання наведених матеріалів для формування пізнавального інтересу школярів до фізики. Констатується, що багатосторонність постаті І.П. Пулюя, його здобутків на культурній і науковій ниві не вкладається в обмежені можливості аудиторних занять. Тому для успішнішого висвітлення цієї теми пропонуємо ширше використовувати позаурочну роботу, для проведення якої можна послуговуватися матеріалами цієї статті. Вони також можуть бути використані в процесі підготовки студентів педагогічних спеціальностей за напрямом «Фізика».

Ключові слова: фізика, пізнавальний інтерес, патріотичне виховання, І.П. Пулюй,

наукова спадщина, X-промені, педагогічний процес, позаурочні заняття.

The state standard of secondary basic education in Ukraine contains instructions that education should have a Ukrainian studies orientation. This affects not only the humanities but also the natural sciences taught at school. This direction should be achieved by including in the teaching of certain cultural and historical aspects of natural sciences. One of the methods that helps us to achieve this goal is the domestic scientists' names revival.

Telling students about the Ukraine outstanding scientists in any field of scientific knowledge, is disclosing their scientific contribution is enriching not only the information and scientific potential of students, but also the natural education content. It is forming a steady trend of interest in studying a subject.

The scientific contribution of the well-known compatriot, physicist I.P. Pulyuy to the study of electromagnetic radiation types – X-rays is considered in the article. The analysis and generalization of scientific achievements of the scientist in the context of the cognitive interests formation students in the study of physics are investigated. The scientist contribution of X-ray radiation development is considered and analyzed in the historical-scientific context. X-ray registration by W. Roentgen as a new type of radiation was not an accidental phenomenon, the basis for it were the works of predecessors and contemporaries which concerning the transmissions of electric current in gases, among the prominent place is occupied by I.P. Pulyuy's papers. His personal significs and achievements in this process are example to follow, the which is disclosure can form in students a cognitive interest to physics and patriotism. A conclusion is drawn regarding the importance of using the given materials for the formation of students' cognitive interest to physics. It is ascertained that the multifaceted nature of Pulyuy's achievements on the cultural and scientific fields does not fit into the limited possibilities of classroom studies. It is proposed to use the extracurricular work more extensively for more successful coverage of this topic, for the conduct of which the materials of this article may be useful. These materials can also be used in the process of preparing students of pedagogical specialties in the direction of "Physics".

Key words: physics, cognitive interest, I.P. Pulyuy, scientific legacy, X-rays, pedagogical process, after-hours lessons.

УДК 372.853

DOI <https://doi.org/10.32843/2663-6085/2021/40.16>

Романець О.А.,

канд. іст. наук,
доцент кафедри математичної,
природничої та технологічної освіти
комунального закладу освіти
«Дніпровська академія неперервної
освіти» Дніпровської обласної ради

Савчук В.С.,

д-р іст. наук, професор,
професор кафедри теоретичної фізики
Дніпровського національного
університету імені Олеся Гончара

Постановка проблеми. Як відомо, наука є частиною культури і кожна держава пишається своїми видатними дослідниками, які досягли світового рівня. В історії науки України чимало вчених, діяльність яких відповідає світовому рівню, що дозволяє говорити про Україну як державу з усталеними науковими, а отже, й культурними традиціями.

Звертаючись до питань реалізації культурно-історичного компонента у змісті природничо-наукової освіти, автори статті [2] зазначають, що в державному стандарті середньої базової освіти «наголошується на важливості надання навчанням українознавчої спрямованості, що безпосередньо забезпечується вивченням історії української науки. Одним із методів, що допомагає реалізу-

вати цю мету, є відродження імен вітчизняних науковців» [2, с. 30].

У заголовок статті її автори винесли ключові слова – «культурно-історичний компонент змісту природничо-наукової освіти». Але вже у контексті дослідження мова йде про не менш важливу роль відродження імен вітчизняних науковців і донесення інформації про них до учнів з метою не лише збагачення змісту природничо-наукової освіти в середній та вищій школі, а й з метою формування в учнів інтересу до навчання фізики.

Ми підтримуємо цю тезу, висловлену в статті [2], і вважаємо, що, дійсно, існує потреба у формуванні пізнавальних інтересів учнів у процесі вивчення фізики, яку можна реалізовувати різними способами. Одним із таких способів є вивчення наукової та громадської діяльності видатних учених-фізиків.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Важливість зазначеного напрямку формування пізнавальних інтересів учнів актуалізується зверненням до нього багатьох представників педагогічної спільноти України. Так, у статтях [2; 8–10] цю проблему на прикладі життя і діяльності Нобелівського лауреата, уродженця Єлисаветграда (Кіровограда, а наразі – Кропивницького), академіка І.Є. Тамма розкривають О.С. Бузян, М.І. Садовий та О.М. Трифонова. Щодо постаті І.Є. Тамма, то звертає на себе увагу послідовна стратегічна діяльність Кіровоградського державного педагогічного університету ім. В. Винниченка з вивчення життя і діяльності цього видатного вченого та педагога, широке використання цих матеріалів у педагогічній практиці.

За обсягом охоплення напрямів вивчення життя і діяльності видатних фізиків українського походження поряд із І.Є. Таммом можна поставити І.П. Пулюю. Відродженню постаті І.П. Пулюя в Україні багато в чому сприяла діяльність В.А. Шендеровського [5; 11], за ініціативою якого було створено фільм про І.П. Пулюю, видано три томи його праць, взагалі привернуто увагу багатьох дослідників – істориків, фізиків, педагогів, до постаті цього видатного вченого. Але і сьогодні І.П. Пулюю викликає суперечливі судження щодо його ролі в історії відкриття Х-променів та їх застосування.

Між тим, на наш погляд, у контексті вивчення теми електромагнітного випромінювання в середній і вищій школі методично доцільним є розкриття ролі І.П. Пулюя в становленні і розвитку досліджень електромагнітного випромінювання. Безумовно, життя цієї людини повинно стати й елементом патріотичного виховання. Проте не менш важливим є й використання матеріалів про його досягнення у фізиці для формування пізнавальних інтересів учнів у процесі навчання фізики.

Мета статті полягає у висвітленні деяких питань, пов'язаних із відкриттям Х-променів, у розкритті ролі І.П. Пулюя в їх вивченні та застосуванні

й можливостей використання отриманих результатів для формування пізнавальних інтересів учнів на позаурочних заняттях із фізики.

Виклад основного матеріалу. Іван Павлович Пулюю, громадянин Австро-Угорщини, народився в Україні 2 лютого 1845 р. у містечку Гримайлово на Тернопільщині. Після закінчення гімназії в Тернополі, а потім – теологічного і філософського факультетів Віденського університету почав у ньому свою науково-педагогічну діяльність. В Україну шлях І.П. Пулюю був заказаний через визнання його в Російській імперії неблагонадійним. Пригодом стала книга «Про нерухомі зірки і планети», визнана спрямованою проти російської монархії. Все подальше життя І.П. Пулюя проходило в Австро-Угорщині. Проте його активна громадсько-просвітницька діяльність була тісно пов'язана з Україною. Він навіть відвідував батьківщину, перебуваючи в гостях у П.О. Куліша. Цей факт, на жаль, випадає з поля зору деяких дослідників.

В Австро-Угорщині І.П. Пулюю швидко став відомим завдяки своїм працям у галузі фізики й електротехніки, досяг рівня вченого з європейським і світовим ім'ям. Нагадаємо, що одна з його праць була надрукована у збірнику у Великобританії, який підбирав підсумки досліджень електричних розрядів у газах, поряд зі статтями відомих фізиків, зокрема Й.В. Гітторфа, чіє імена увійшли в історію світової науки. Життя І.П. Пулюя обірвалося в 1918 р. у Чехії, де він очолював кафедру фізики в Німецькій вищій технічній школі, був певний час її ректором.

Серед досліджень та досягнень І.П. Пулюя слід звернути увагу на результати, отримані ним із визначення механічного еквівалента теплоти в 1875 р. (425,2–426,6 кГм/ккал) на приладі власної конструкції [7]. Останній здобув на Паризькій виставці у 1878 р. срібну медаль. У зв'язку з цим відзначимо, що в історико-науковій літературі [4] наводяться як найточніші у ХІХ ст. результати американського фізика Г. Роуланда – 426,2 кГм/ккал (1879–1880 рр.). Як бачимо, такі ж результати були отримані раніше І.П. Пулюєм, на чому потрібно акцентувати увагу учнів, оскільки саме вони відповідають історичній правді.

Ім'я І.П. Пулюя не було абсолютно забути в Україні. Однак тільки в останні десятиріччя в державі склалися умови для ґрунтовного аналізу його життя і наукової діяльності. З огляду на це автори віддають належне професорам Р.П. Гайді та Р.М. Пляцку. Саме ці вчені створили фундамент, на якому будувалася надалі об'єктивна дослідницька практика історико-фізичного аналізу наукової спадщини І.П. Пулюя. Вихідною точкою проведеного дослідження була теза Р.П. Гайді, що більша частина публікацій про І.П. Пулюя (а їх кількість зросла впродовж останніх років до тризначного числа) не задовольняє навіть пом'якшені

вимоги до праць такого профілю [3]. Історіографія проблеми налічує вже сотні публікацій, але, як доводить їхній аналіз, усі вони можуть бути поділені за підходами до вивчення питання на декілька основних груп.

Щонайперше більшість цих публікацій зосереджується на проблемі відкриття рентгенівського випромінювання. У питанні про внесок І.П. Пулюя у відкриття рентгенівського випромінювання яскраво виявляються два різних підходи.

Відповідно до цього формується і ставлення до наукових досягнень вченого у фізиці. Деякі дослідники, хто звертається до життя і творчості науковця, досить активно відстоюють думку про те, що саме І.П. Пулюй був першовідкривачем Х-променів. Інша група дослідників вважає, що І.П. Пулюй не зробив жодного внеску у відкриття Х-променів та подальше їх вивчення. При цьому в своїх твердженнях стосовно постаті І.П. Пулюя дехто з них виходить за межі норм дискусії, заведених у науковому світі, розглядаючи в якості об'єкта дискусії більше опонента, ніж суть справи.

Вказані вище діаметрально протилежні погляди доволі часто призводять, м'яко кажучи, до неточних висновків, зроблених навіть відомими вченими. Перше питання стосується пріоритету відкриття Х-променів, на який претендувало, як відомо, багато вчених. У низці публікацій ставилося питання про пріоритет І.П. Пулюя у відкритті Х-променів. Автори статті не дотримуються цієї думки і вважають, що пріоритет у виявленні (*реєстрації*) та первинному (хоча й неповному) описі властивостей Х-променів належить В.К. Рентгену. Між іншим, Р.П. Гайда вказував свого часу на те, що першоджерела подібних поглядів, що не мають підстав, належать іноземцям.

Джерелом гальмівного рентгенівського випромінювання є спеціальна лампа, в якій прискорені електричним полем електрони бомбардують металевий анод. За допомогою енергії, яку втрачають швидкі електрони за різкого гальмування, виникає рентгенівське випромінювання, здатне протинати непрозорі тіла.

Важливим моментом, на який треба звертати увагу учнів, є те, що В.К. Рентген був першим фізиком і взагалі першим ученим, який отримав у 1901 р. Нобелівську премію. Але треба донести до учнів і те, що ім'я І.П. Пулюя, на наш (і не тільки на наш) погляд, має всі підстави стояти поряд із іменем першого нобелівського лауреата В.К. Рентгена.

Детально текстуально-порівняльний аналіз праць В.К. Рентгена і І.П. Пулюя було проведено в дослідженні одного з авторів статті [7], до якої за необхідності можуть звернутись охочі отримати підтвердження пріоритетів І.П. Пулюя. У цій же статті автори лише констатують ті факти, що свідчать про непересічну роль науковця в отриманні та вивченні Х-променів, які, між іншим, сам

І.П. Пулюй у першій своїй статті назвав рентгенівськими. І це ще один факт, який вказує на високі моральні якості нашого співвітчизника.

Отже, що, на наш погляд, треба донести до учнів, щоб вони могли оцінити внесок І.П. Пулюя у справу вивчення електромагнітного випромінювання, зокрема рентгенівського.

1. *Відкриття іонізаційної здатності Х-променів.* У цьому моменті необхідно звернути увагу учнів на те, що приблизно за місяць до повідомлення В.К. Рентгена про іонізаційну дію Х-променів І.П. Пулюй у своїй статті розповів про іонізаційний ефект дії Х-променів на залишки газу у вакуумованих лампах і експериментально довів, що цей ефект не викликаний наявністю і дією високої напруги.

2. Важливим моментом є те, що *І.П. Пулюй був першим, хто дослідив просторовий розподіл Х-променів за їхнього поширення* (13.02.1896 р.) і з'ясував, що вони виходять з антикатода переважно в перпендикулярному до нього напрямку. Відповідні результати у В.К. Рентгена з'являються лише в його третій статті (29.04.1897 р.).

3. *Конструкція трубки, придатна на той час й яка мала характерні ознаки сучасної рентгенівської трубки* (зокрема, відділений від катода антикатод, розташований з ухилом), була запропонована І.П. Пулюєм ще у 1882 р. Така конструкція дала можливість отримувати практично паралельний пучок Х-променів зі значною інтенсивністю, що дозволяло суттєво зменшити експозицію й забезпечувало високу якість знімків.

4. Особливо треба звернути увагу учнів на те, що І.П. Пулюй уже у першій своїй статті *висловив гіпотезу щодо механізму виникнення Х-променів, яка відповідає сучасним уявленням.* Він розглядав катодні промені як потік негативно заряджених частинок ще у 1880–1882 рр. Виходячи з природи катодних променів, учений вважав, що Х-промені виникають під час зіткнення цих частинок із твердими тілами, причому мікроскопічний характер взаємодії спричинив виникнення Х-променів. В.К. Рентген же не визнавав у цей час існування електрона.

5. І.П. Пулюй у цей час чітко сформулював ще одне пріоритетне положення щодо рентгенівського випромінювання, яке довів експериментами і практичною діяльністю. Ще з січня 1896 р. *він почав на прохання лікарів застосовувати Х-промені у медичній практиці.*

Відмінною рисою цих експериментів і практичного застосування І.П. Пулюєм Х-променів у медицині була їх комплексність. І це якраз той момент діяльності вченого, який докорінно відрізняв його підходи до застосування Х-променів у медицині від фрагментарного їх застосування на той час у медичній практиці лікарями. І.П. Пулюй поставив проблему застосування Х-променів у медицині значно ширше, розглянувши її в аспекті медичної практики. До питань застосування Х-променів у медич-

ній практиці, які визначив науковець вже у першій своїй статті, належать: 1. Проблема виявлення чужорідного тіла. 2. Проблема точної його локалізації. 3. Використання X-променів для анатомічних досліджень. 4. Вивчення патологічних процесів і змін, що виникають у живому організмі. 5. Діагностика переламів різного походження.

Отже, І.П. Пулюй здійснив перше, дійсно комплексне дослідження і впровадження X-променів у медицину за різними напрямками їх використання та оцінив можливості їх застосування. І саме комплексність використання X-променів у медицині ставить І.П. Пулюю на чільне місце, з огляду на роль рентгенівського випромінювання в медичній практиці і перспективи його застосування.

Надалі бурхливий, вибухоподібний процес застосування X-променів у медицині затінив роль І.П. Пулюя в цьому процесі. І це теж одна з причин, чому він не отримав належного визнання за свої дослідження з рентгенівським випромінюванням.

Саме комплексний характер досліджень І.П. Пулюя, проведений в умовах як медичної практики, так і в умовах спеціально поставлених завдань, дає можливість говорити про нього не тільки як про піонера медичної рентгенології, але й як про вченого, який заклав її основи й деякі напрями подальшого розвитку.

В.К. Рентген не приділяв цьому питанню належної уваги. Можливо, це було наслідком його сумнівів щодо практичного застосування X-променів у хірургії та анатомії. Підставою для вагань стало те, що м'які тканини тіла, нерви, м'язи для цих променів були об'єктами приблизно однакової щільності та не відрізнялися на фотознімках. Цей факт і послужив, як вказує О.В. Гляссер [1], мотивом негативної відповіді В.К. Рентгена на питання анатома Келлікера, що було поставлене вченому на засіданні фізико-медичного товариства (23 січня 1896 р.), щодо практичних можливостей застосування X-променів в анатомії і хірургії.

У першій половині 1896 р. виникало досить багато сумнівів стосовно можливостей навіть звичайного виявлення сторонніх предметів за допомогою нового випромінювання. Так, позицію одного з провідних медичних журналів («New-York Medical Record») відображає наступна заява: «...нам не здається, що нова фотографія може бути широко використана в хірургії, оскільки вона не може виявити наявність куль у черепі, а завдання сфотографувати кулю у грудній клітині або у черевній порожнині буде дуже заплутаним і складним...» [6, с. 70].

Якісні знімки І.П. Пулюя, що друкувалися в різних виданнях, були важливим чинником подолання непевності у сподіваннях лікарів щодо можливості застосування рентгенівського випромінювання в різних сферах медичної практики.

В умовах, коли повної впевненості у можливостях застосування X-променів у медицині (зокрема,

в хірургії, про що вже йшла мова вище) ще не було, слід відзначити, що не тільки І.П. Пулюю одразу ж побачив значні перспективи застосування X-променів у медицині. Зокрема, медичний часопис «*Deutsche medizinische Wochenschrift*» 30 січня 1896 р. опублікував дві лекції берлінського лікаря Ястровиця, прочитані ним, відповідно, 6 та 20 січня, в яких він висловив свою думку щодо застосування X-променів у медицині з *діагностичною метою*: «Для мене немає необхідності додати щось більше за вказане, які великі можливості можуть виникнути у результаті [застосування] цього методу в цілях діагностики». Але хочемо підкреслити, що це була тільки заява про великі можливості застосування X-променів *для діагностики*, не підкріплена на той час відповідною програмою досліджень та її результатами. У цій же статті було наведено й рентгенограму руки 4-річного хлопчика з осколком скла, розташованим поряд з одним із пальців. Саме застосування X-променів для виявлення сторонніх предметів було на той час найбільш поширеним. Натомість І.П. Пулюю у цей час вже відпрацьовував певну комплексну програму використання X-променів у медичній практиці.

Подальший вибуховий характер поширення досліджень із застосування X-променів у медичній практиці вже у 1896 р. визначив багато напрямів їх використання. Вивчення цього процесу свідчить, що медики, працюючи *кожен у своїй галузі й опановуючи саме для неї застосування рентгенівського випромінювання*, отримували значний фактичний матеріал. Але *перше, дійсно комплексне дослідження, що стосувалося різних проблем і напрямів використання X-променів у медицині з оцінкою їх медичного застосування та можливостей*, було зроблено все ж таки І.П. Пулюєм. Причому *за відповідно розробленою ним програмою експериментальних досліджень*, про що вже йшла мова вище. До того ж, результати цього комплексного дослідження були отримані вже через місяць після відкриття рентгенівського випромінювання. Ще раз підкреслюємо, що саме *інтегральний ефект зробленого надалі в тому ж 1896 р. кожним із лікарів у своєму лікувальному напрямі* зробив менш помітною значущість саме комплексності досліджень І.П. Пулюя з питань застосування X-променів у медицині.

Учням і студентам треба чітко роз'яснювати, що роль І.П. Пулюя, незважаючи на те, що перша офіційна реєстрація X-променів йому не належить, в їх дослідженні надзвичайно висока. А може й більша, ніж В.К. Рентгена. І полягає вона в тому, що І.П. Пулюю першим визначив низку нових властивостей рентгенівського випромінювання, створив найвдалішу на той час за конструкцією трубку для отримання цих променів, першим висловив найімовірнішу з точки зору фізичних процесів гіпотезу про причини виникнення нових променів. Треба

підкреслювати, що його роль полягає ще й у тому, що він першим провів **комплексне** дослідження можливостей застосування рентгенівського випромінювання в медицині і фактично заклав підвалини медичної рентгенології. Отже, прізвище І.П. Пулюя є невід'ємним від історії рентгенівського випромінювання, а його внесок в цю історію є не просто позитивним, а й настільки значним, що робить його ім'я знаковим в історії виявлення та застосування рентгенівського випромінювання та у дослідженнях електромагнітного випромінювання загалом.

Висновки. Фізика – це предмет, який виконує розвивальну, виховну й пізнавальну функції. Актуалізація різноманітних складників вивчення фізики формує усвідомлення учнями нелінійності процесу розвитку фізичної науки, дає можливість зрозуміти складність цього процесу, утворює на основі цього критичне мислення учнів.

У контексті зазначеного проведений у статті аналіз надає можливості його використання для формування пізнавального інтересу учнів до фізики на прикладі вивчення ролі І.П. Пулюя в розвитку вчення про рентгенівське випромінювання, усвідомлення того, що реєстрація В.К. Рентгеном нового виду випромінювання не була випадковим явищем. Вона була підготовлена працями його попередників і сучасників із питань проходження електричного струму в газах. І серед попередників чільне місце посідає наш співвітчизник Іван Павлович Пулюй, чії наукові здобутки в цій сфері науки мали пріоритетний характер.

Значущість постаті І.П. Пулюя, його внесок у науку і культуру створюють можливості для більш широкого використання матеріалів його життєвого шляху і творчості за різними напрямками педагогічного процесу. Одним із таких напрямів, крім пізнавального, може бути ще й виховний, спрямований на формування відповідного патріотичного складника. І це є одним із подальших перспективних напрямів педагогічного процесу.

Багатогранність постаті І.П. Пулюя, його здобутків на культурній і науковій ниві не вкладається в обмежені можливості аудиторних занять. Тому широкі можливості для висвітлення цієї теми надає позаурочна робота, метод проєктів, темою

одного з яких можна обрати постать І.П. Пулюя та його науковий доробок, матрицею якого можуть бути матеріали, наведені у статті.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Glasser O.W.K. Rontgen und die Geschichte der Rontgenstrahlen Berlin, 1959. 338 p.
2. Бузян О.С., Садовий М.І., Трифонова О.М. Реалізація культурно-історичної компоненти у змісті природничо-наукової освіти. *Науковий часопис НПУ ім. М.П. Драгоманова. Серія 5. Педагогічні науки: реалії та перспективи*. 2012. Вип. 33. С. 30–35.
3. Гайда Р.П. Іван Пулюй та становлення науки про Х-промені: препринт ІМСР 97-17-У. Львів, 1997. 63 с.
4. Гельфер Я.М. История и методология термодинамики и статистической физики. Т. 1. Москва: Высшая школа, 1968. 478 с.
5. Козирський В.Г., Лень А.Є., Шендеровський В.А. Х-промені: українські сторінки історії. *Науковий вісник Чернівецького університету. Фізика, електроніка*. 1999. Вип. 63. С. 101–105.
6. Очерки развития медицинской рентгенологии. 50 лет рентгеновых лучей в медицине / под ред. С.А. Рейнберга. Москва: Медгиз, 1948. 276 с.
7. Савчук В.С. Прилади І.П. Пулюя й їх використання фізиками України. *Міжн. наук. конф., присвячена 150-річчю від дня народження видатного українського фізика й електротехніка Івана Пулюя*, м. Львів, 23–26 травня 1995 р. Львів, 1995. С. 39–40.
8. Садовий М.І., Трифонова О.М., Бузян О.С. Значення вивчення наукової спадщини І.Є. Тамма для формування педагогічного кредо майбутніх вчителів фізики. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету ім. І. Огієнка. Серія педагогічна. Кам'янець-Подільський*: Кам'янець-Подільський національний університет ім. І. Огієнка, 2012. Вип. 18. С. 228–231.
9. Садовий М.І., Трифонова О.М., Місія І.Є. Тамма: навчально-методичний посібник. Кіровоград: Сабоніт, 2011. 134 с.
10. Садовий М.І. Ігор Євгенович Тамм – лауреат Нобелівської премії *Наукові записки. Серія: «Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти»* / відп. за вип. М.І. Садовий. Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2015. Вип. 8. Ч. 1. С. 3–9.
11. Шендеровський В.А. Він належав до тих, хто формував світ. *Вісник НАН України*. 1995. № 1–2. С. 56–60.