

**ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ДО ВИКЛАДАННЯ ПРИРОДНИЧИХ ДИСЦИПЛІН У ЗАКЛАДАХ
МЕДИЧНОЇ ТА ФАРМАЦЕВТИЧНОЇ ОСВІТИ**

УДК 378.147.091.31-021.36:57]:[378.6:61:615]
DOI: <https://doi.org/10.24919/2308-4634.2025.320330>

Олена Снісар, кандидат педагогічних наук, доцент,
завідувач кафедри природничих дисциплін
Черкаської медичної академії

Любов Білик, кандидат педагогічних наук, доцент,
проректор з науково-педагогічної роботи та післядипломної освіти,
доцент кафедри природничих дисциплін
Черкаської медичної академії

Ольга Самогулова, викладач циклової комісії
фундаментальних та природничих дисциплін
Черкаської медичної академії

Оксана Кухнюк, доктор філософії (аграрні науки), доцент,
завідувач кафедри фармацевтичних дисциплін
Черкаської медичної академії

Федір Боєчко, доктор біологічних наук, професор,
член-кореспондент НАПН України,
викладач кафедри природничих дисциплін
Черкаської медичної академії

**ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ДО ВИКЛАДАННЯ ПРИРОДНИЧИХ ДИСЦИПЛІН У
ЗАКЛАДАХ МЕДИЧНОЇ ТА ФАРМАЦЕВТИЧНОЇ ОСВІТИ**

У статті проаналізовано інноваційні підходи, які доцільно застосовувати при викладанні природничих дисциплін, що враховують сучасні досягнення біології та хімії у галузях генних і клітинних технологій, імунотерапії, фармакогенетики, персоналізованої медицини, їх впровадження у медицину та фармацію. Акцентовано увагу на інтерактивному навчанні, міждисциплінарній інтеграції, технології проблемного навчання, застосуванні структурно-логічних схем, візуалізації за допомогою комп'ютерного та мультимедійного обладнання, віртуальних лабораторій, використанні ліцензійних програмних продуктів.

Ключові слова: інноваційні методи навчання; медична освіта; фармацевтична освіта; природничі дисципліни.

Літ. 5.

Olena Snisar, Ph.D. (Pedagogy), Associate Professor,
Head of the Natural Sciences Department,
Cherkasy Medical Academy

Liubov Bilyk, Ph.D. (Pedagogy), Associate Professor,
Vice-Rector for Scientific-Pedagogical Work and Postgraduate Education,
Associate Professor of the Natural Sciences Department,
Cherkasy Medical Academy

Olga Samogulova, Lecturer of the Cycle Committee
of Fundamental Disciplines and Natural Sciences,
Cherkasy Medical Academy

Oksana Kukhniuk, Ph.D. (Agriculture), Associate Professor,
Head of the Pharmaceutical Disciplines Department,
Cherkasy Medical Academy

Fedir Boechko, Doctor of Sciences (Biology), Professor,
Corresponding Member of the National Academy
of Pedagogical Sciences of the Ukraine,
Lecturer of the Natural Sciences Department,
Cherkasy Medical Academy

**INNOVATIVE APPROACHES TO TEACHING NATURAL SCIENCES
IN MEDICAL AND PHARMACEUTICAL EDUCATION INSTITUTIONS**

The article addresses the issue of improving the training of students in natural sciences at medical and pharmaceutical educational institutions in light of the rapid scientific progress in the fields of medicine and pharmacy. Natural sciences play an important role in preparing future doctors and pharmacists, as they provide the fundamental knowledge necessary for further successful learning and professional activity. The article analyzes innovative

approaches that should be applied in natural science classes to ensure the alignment of educational content and methods of delivering information, enhance the quality of education, and foster the development of critical thinking and professional competencies in students. Examples of scientific discoveries in the fields of biology and chemistry that have wide applications in medicine and pharmacy are provided, such as gene therapy drugs, immunomodulatory drugs, DNA testing, pharmacogenetics and personalized medicine, the CRISPR-Cas9 system, mRNA vaccines, CAR-T therapy, and recombinant protein production. The article discusses methods, technologies, and teaching strategies that should be employed to ensure a high level of training in natural sciences in line with modern trends and prospects for the development of science. Emphasis is placed on interactive learning, interdisciplinary integration, problem-based learning technology, the use of structural-logical schemes, visualization through computer and multimedia equipment, virtual laboratories, the use of licensed software products. The feasibility of applying each of these methods is analyzed according to the specific characteristics of the discipline and the content of the topic being studied.

Keywords: innovative teaching methods; medical education; pharmaceutical education; natural sciences.

Постановка проблеми у загальному вигляді. XXI ст. – епоха бурхливого розвитку науки та високих технологій, час формування сучасного інформаційного суспільства, якому властиві високі темпи оновлення інформації, збільшення її обсягу, швидкого впровадження інновацій у практику і виробництво.

Медицина і фармація є динамічними та чутливими до інновацій галузями. Як наслідок, зростає рівень вимог до підготовки майбутніх лікарів, фармацевтів, медичних сестер, що вимагає постійного оновлення змісту навчального матеріалу та використання інноваційних підходів у освіті. Природничі науки: медична біологія, медична генетика, цитологія, молекулярна біологія, біологічна хімія, аналітична хімія, токсикологічна хімія, відіграють фундаментальну роль у підготовці медиків та фармацевтів, оскільки забезпечують знання, необхідні для розуміння біологічних процесів в організмі людини, виникнення патологій, фармакодинаміки та фармакокінетики ліків, сприяють розробці нових методів діагностики патологічних процесів та їх фармакотерапії.

Зміна підходів і методів викладання природничих дисциплін у закладах вищої медичної та фармацевтичної освіти є ключовим кроком для поліпшення якості підготовки майбутніх фахівців, враховуючи сучасні реалії та виклики.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Ефективність впровадження інноваційних педагогічних технологій та методів у медичній та фармацевтичній освіті вивчали І. Губенко, Л. Білик, Н. Борисенко, І. Василенко, О. Волосовець, С. Дубінін, О. Ісаєва, В. Калібабчук, Ю. Карпенко, О. Кухнюк, В. Макаренко, О. Макаренко, І. Маруш, С. Огарь, Л. Проценко, І. Радзівська, О. Романенко, Ю. Старова, Г. Шайнер, О. Шевченко.

Такі методики, як застосування візуалізації, мультимедійного супроводу, структурно-логічних схем при викладанні природничих дисциплін та їх вплив на активізацію пізнавальної діяльності студентів, розглянуто в роботах Л. Білик, Л. Канак, К. Ліфер, І. Маруш, Ю. Старової, Л. Проценко. Потенціал застосування в освітньому процесі Інтернет-ресурсів, баз даних, онлайн-інтерактивних ре-

дакторів при викладанні хімічних дисциплін висвітлено Ю. Карпенко [3]. Особливості застосування інформаційно-комунікаційних технологій в освітньому процесі медичного університету, а саме при викладанні медичної хімії, ґрунтовно розглянуті В. Калібабчук [2].

Умови організації ефективної самостійної роботи у закладах вищої медичної освіти вивчали О. Ісаєва та Г. Шайнер. Дослідники наголошували на важливості під час самостійної роботи забезпечувати міжпредметні зв'язки, орієнтувати завдання на врегулювання проблемних ситуацій, пов'язаних з реальними життєво-виробничими випадками [1].

Особливості впровадження інтегрованих занять при викладанні природничих дисциплін у закладах медичної освіти розкриті О. Кухнюк. Питання застосування проблемного навчання у підготовці лікарів висвітлено К. Ліневич, В. Макаренко, О. Макаренко, О. Шевченко.

Метою статті є аналіз реалізації інноваційних підходів при викладанні природничих дисциплін у закладах медичної та фармацевтичної освіти у контексті прогресу в галузях медицини та фармації.

Виклад основного матеріалу дослідження. Підготовка медиків та фармацевтів до професійної діяльності у новітніх умовах, враховуючи динаміку змін у практичній охороні здоров'я, вимагає запровадження сучасних методів і підходів до навчання, інтеграції вивчення клінічних та фармацевтичних дисциплін з хіміко-біологічними, використання форм неформальної та інформальної освіти.

Серед великої кількості інноваційних форм і методів, які активно впроваджуються закладами вищої освіти України, можна виділити інтерактивне навчання, що передбачає, що на заняттях студенти беруть активну участь у процесі здобуття знань. Викладач має створити комфортні умови, за яких кожен здобувач освіти реалізує свої інтелектуальні можливості та відчуває себе успішним. Це забезпечується різними видами діяльності, такими як дискусії, проблемні лекції, ділові ігри, робота над проєктами. Особливість інтерактивного навчання полягає у тому, що освітній процес здійснюється за умови постійної, активної взаємодії у системі студент-викладач, що передбачає стиму-

лювання пізнавальної діяльності і самостійності студентів. Оцінюючи власні дії та дії інших учасників освітнього процесу, студенти коригують свою модель поведінки, що сприяє більш свідомому засвоєнню знань і навичок. Інтерактивні методи є не тільки засобом поліпшення навчання, але механізмом посилення виховних впливів для розвитку емоційно-вольових та соціально значущих якостей майбутніх фахівців.

Дисципліни природничого циклу забезпечують формування знань про анатомічні, фізіологічні, біохімічні та генетичні особливості людського організму, що є основою для визначення механізмів розвитку патологій, розробки нових методів діагностики та лікування. Важливість впровадження інноваційних підходів для викладання предметів природничого циклу підкреслюють нові відкриття, які активно впроваджуються у практичну медицину та фармацію.

Розвиток сучасної фармацевтичної галузі та фармакотерапії ґрунтується на знаннях з анатомії, фізіології, біохімії, які є важливими для визначення оптимальних шляхів введення ліків, розуміння їх метаболізму, біодоступності, оцінки ефективності. Прикладами розробки та впровадження інновацій у галузі фармації, що тісно пов'язані з досягненнями природних наук, є створення нових лікарських форм за допомогою методів біотехнології, розробка імуномодуляторів і нового покоління вакцин, розвиток фармакогенетики як напряму, що вивчає генетичні фактори, які впливають на відповідь організму на ліки.

Яскраво ілюструє важливість постійного моніторингу та впровадження в освітній процес інновацій, що комплексно стосуються біології, медицини та фармації, створення і поширення у всьому світі мРНК-вакцин. Найвідомішими розробками такого виду препаратів є мРНК-вакцини від COVID-19 фармацевтичних компаній Pfizer-BioNTech та Moderna. Багатообіцяючою галуззю, яка може суттєво змінити підходи до лікування онкологічних захворювань у майбутньому, є мРНК-терапія. Надзвичайно перспективні – генно-інженерні методи: виробництво рекомбінантних білків (інсулін, фактори згортання крові, фактори росту); застосування системи CRISPR-Cas9, що дає змогу точно редагувати гени шляхом введення, видалення або зміни конкретних ділянок ДНК; створення ліків генної терапії. Означені технології кардинально змінюють методи лікування спадкових захворювань. Наприклад, Zolgensma є препаратом генної терапії спінальної м'язової атрофії, який вводить до клітин пацієнта нормальний ген SMN1 замість патологічного. Це дає змогу відновити вироблення протеїну SMN, поліпшити функції нервових клітин та зменшити симптоми СМА. За останні два роки FDA дозволило для використання такі препарати генної терапії, як

Zynteglo, Roctavian, Hemgenix, Elevidys, що ілюструє перспективність і прогрес технологій.

Під час вивчення цих питань доцільно застосовувати методи візуалізації початкової інформації за допомогою навчальних анімаційних відео, які ілюструють у динаміці принципи застосування генно-інженерних технологій на рівнях ДНК, ядра, клітини. Ефективними є і ділові ігри, в яких можна змодельовати ситуацію де здобувачі освіти, виконуючи ролі “лікаря” та “пацієнта”, розглядатимуть питання відмінностей різних типів вакцин. Наприклад, “лікар”, враховуючи запропоновані у грі вік, рівень медичних знань, характер “пацієнта”, застосовуючи усі свої знання з біології, вірусології, імунології, має пояснити відмінність між мРНК-вакциною та інактивованою вакциною, професійно й зрозуміло відповісти на запитання “пацієнта”. Ділові ігри варто застосовувати при вивченні спадкових захворювань та методів їх діагностики, медико-генетичного консультування. Акцент варто робити на поясненні методів ДНК-тестування, каріотипування, амніоцентезу, біопсії ворсинок хоріону, неінвазивного пренатального тесту, роз'яснення перспективних напрямів генної терапії.

Вивчення методів імунної терапії вимагає удосконалення міждисциплінарної інтеграції, використання інтерактивних та проблемних методів навчання. Імунна терапія пропонує нові стратегії та техніки до лікування захворювань, для яких традиційні методи, такі як хіміотерапія або антибіотики, можуть бути недостатньо ефективними. Цей вид терапії має величезний потенціал для поліпшення якості лікування і здоров'я пацієнтів, що робить її важливим напрямом у сучасній фармації та медицині. Інноваційними та перспективними напрямами в імунотерапії є:

- інгібітори контрольних точок, що блокують білки, які заважають імунній системі атакувати ракові клітини;

- CAR-T терапія, при якій клітини імунної системи пацієнта модифікуються генетично для розпізнавання та знищення ракових клітин;

- розробка вакцин, що стимулюють імунну відповідь проти специфічних антигенів, присутніх на ракових клітинах;

- імуномодулюючі препарати; імунні сироватки і антитіла, в яких для лікування або профілактики інфекційних захворювань використовуються моноклональні антитіла або імуноглобуліни.

Оскільки досягнення імунної терапії, генних та клітинних технологій є результатом спільної роботи науковців різних напрямів, зокрема, молекулярної біології, генетики, біологічної хімії, біотехнології, фізіології, органічної, неорганічної, аналітичної та фармацевтичної хімії, фармакології, мікробіології, клінічних дисциплін, то і при висвітленні цих питань під час підготовки фахівців, необхідно

застосовувати міждисциплінарну інтеграцію. Інтегровані заняття формують у свідомості майбутніх медиків цілісне уявлення про предмет, об'єкт, явище. Студенти починають активніше використовувати базові знання на практиці для виконання професійних завдань, у них підвищується пізнавальна діяльність, рівень самостійної підготовки [4].

Для пояснення вищезазначених складних і багатокomпонентних досягнень природничих наук, медицини та фармації доцільно застосовувати структурно-логічні схеми, що дають змогу складний і об'ємний навчальний матеріал перевести у зручну для сприйняття форму. Варіантів таких структурно-логічних схем досить багато: опорні конспекти, фреймові моделі, блок-схеми, граф-схеми, конспект-схеми, моделі семантичної сітки, логічні та продукційні моделі, концептуальні таблиці, кластери, схеми “Фішбоун”, денотатні графи, “стратегічні” (дорожні) карти, променеві схеми-павуки, інтелект-карти [5]. Учасники освітнього процесу можуть вибрати найкращий варіант, враховуючи зміст, обсяг матеріалу, власні побажання. Структурно-логічні схеми уможливають досить об'ємні питання розмістити компактно, так, щоб можна було їх легко сприймати візуально, вибудовувати логічні причинно-наслідкові зв'язки, шукати шляхи розв'язання проблеми, визначати перспективи.

Розвиток нанотехнологій відкриває нові горизонти в галузі медицини, забезпечуючи нові можливості для профілактики, діагностики, лікування захворювань. Нанотехнології дають змогу створювати наночастинки, які можуть точно доставляти ліки до певних тканин, що мінімізує побічні ефекти і підвищує ефективність лікування. Зважаючи на складність питання нанотехнологій і наноматеріалів Ю. Карпенко пропонує розділити його вивчення на декілька етапів, застосувавши програмне забезпечення для візуалізації молекул, моделювання молекулярних систем, вивчення хімічних процесів. На початковому етапі потрібно ознайомитися з основними поняттями хімії та властивостями речовин за допомогою програм Molecular, Workbench, Avogadro. На наступному етапі для вивчення питання нанотехнологій застосовується проблемне навчання, проектна робота із використанням бази даних хімічних сполук ChemSpider [3].

Комп'ютерні технології настільки глибоко інтегровані в усі галузі нашого життя та професійну діяльність, що починати знайомити з ними здобувачів медичної та фармацевтичної освіти необхідно не лише на таких дисциплінах, як медична інформатика або інформаційні технології у фармації, а і предметах природничого циклу. Для першого етапу формування навичок роботи у сучасних лабораторіях, що мають високий рівень автоматизації та використовують комп'ютерно-інтегровані технології, доцільно застосувати цифрову лабораторію “Einstein”.

Набір її датчиків дає змогу проводити експерименти на заняттях з аналітичної хімії, фізичної та колоїдної хімії, медичної хімії, загальної та неорганічної хімії, проводити гурткову роботу, виконувати завдання індивідуальної самостійної роботи. “Einstein” – зручна, достатньо точна і легка у використанні навчальна цифрова лабораторія, яка дає можливість в обмежені часові рамки заняття проводити досліди й отримувати результати високої точності. Надалі студентів доцільно залучати до роботи із професійним обладнанням: спектрофотометр Agilent Cary 60, рефрактометр Schmidt+Haensch ATR W1, рН-метр Five Easy METTLER TOLEDO, хроматограф Hewlett Packard 1100, напівавтоматичні біохімічні аналізатори Stat Fax 3300, Mindray BA-88, Chem 7, автоматичний біохімічний аналізатор BioChem FC-360 та іншими. Названі прилади активно застосовуються в багатьох лабораторіях, вони відповідають сучасним вимогам підвищення автоматизації робочих місць. Біохімічні аналізатори та хроматографи підключаються до комп'ютера, мають інтерфейс на основі сенсорного дисплея, на якому відслідковується кінетика дослідження, будуються графіки, інформація про результати дослідження статистично обробляється та зберігається у пам'яті комп'ютера.

Застосування цифрових мікроскопів, що дозволяють виводити зображення на екран комп'ютера або інтерактивну дошку SMART Board, сприяє поліпшенню візуалізації під час вивчення питань з цитології, гістології, медичної паразитології. Цифрові мікроскопи дають можливість не лише працювати з препаратом у реальному часі, а і фотографувати його та записувати відео процесу дослідження. Ці матеріали можна зберігати та працювати з ними самостійно або з колегами, фіксувати динаміку, порівнюючи результати до та після терапії. Уміння працювати з цифровими мікроскопами необхідне майбутнім медикам, оскільки вони широко використовуються у різних галузях медицини для діагностики, лікування хворіб, проведення наукових досліджень.

Персоналізована медицина і фармація – це новітні підходи в охороні здоров'я, які орієнтуються на унікальні характеристики кожного пацієнта для забезпечення найбільш ефективної медикаментозної терапії. В основі цього лежить аналіз ДНК людини для визначення генетичних варіацій, які можуть обумовлювати схильність до певних захворювань або впливати на ефективність ліків. Така тактика оптимізує вибір терапії, яка найкраще підходить для конкретного пацієнта, враховуючи його генетичні, біологічні, фізіологічні особливості. Цей підхід спрямований на підвищення ефективності лікування, зменшення побічних ефектів і поліпшення загального здоров'я конкретного пацієнта.

При вивченні вищеперахованих абсолютно нових напрямів розвитку природничих, медичних та фармацевтичних наук, варто звернутися до методів, які дозволяють їх активно обговорювати, глибоко і всебічно розглядати. Такими методами є дискусія, продуктивний діалог, навчальний диспут. Тематику для них може стати обговорення аспектів біоетики та біобезпеки генних, клітинних технологій, нанотехнологій, їх законодавчого регулювання в Україні, країнах Євросоюзу, США, Канаді, Японії та інших країнах. Варто пропонувати здобувачам освіти змоделювати напрями розвитку цих технологій, проаналізувати сфери медицини та фармації, що є перспективними для їх застосування. Такі дискусії мають важливе завдання – подолання антиінноваційного бар'єру та стереотипного мислення, що створюють внутрішні бар'єри майбутнього фахівця, заважають бути відкритим до нового, здобувати неформальну й інформальну освіту.

Висновки. Широкий спектр наукових досягнень у галузях хімічних та біологічних дисциплін, які впроваджуються у медицину та фармацію, вимагає змін у підходах до освітнього процесу загалом та при викладанні природничих дисциплін зокрема. Ці зміни не можуть обмежитися впровадженням однієї педагогічної технології чи застосуванням декількох нових методів. Необхідно постійно оновлювати як зміст навчального матеріалу, включаючи інформацію про усі інновації, так і застосовувати проблемні й інтерактивні методи, які сприяють подоланню у здобувачів освіти антиінноваційного бар'єру, формуванню у них здатності до творчої, самостійної роботи. Окремо при викладанні природничих дисциплін необхідно акцентувати увагу на застосуванні комп'ютерних технологій, спеціального програмного забезпечення, Інтернет-ресурсів, віртуальних лабораторій, автоматичних аналізаторів, що є обов'язковою умовою сучасного цифрового суспільства.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ісаєва О., Шайнер Г. Ефективність організації самостійної роботи у вищих медичних закладах. *Молодь і ринок*. Дрогобич, 2022. № 5 (203). С. 46–49.

2. Калібачук В.О., Стучинська Н.В., Лисенко Т.А. Організація самостійної роботи студентів з медичної хімії засобами ІКТ. URL: <file:///D:/Users/Admin/Downloads/admin,+484-1428-2-RV.pdf> (дата звернення: 30.12.2024).

3. Карпенко Ю.П. Використання новітніх освітніх технологій при вивченні хімії. *Успіхи і досягнення у науці*. Київ, 2024. № 1 (1). С. 425–432. DOI: [https://doi.org/10.52058/3041-1254-2024-1\(1\)-425-432](https://doi.org/10.52058/3041-1254-2024-1(1)-425-432)

4. Кухнюк О., Коцюруба В. Використання інтегрованих занять в освітньому процесі підготовки лікарів. *Матеріали II Міжнародної наукової конференції "Комплексний підхід до модернізації науки: методи, моделі та мультидисциплінарність"*. Чернівці, 2022. С. 300–302. URL: <https://archive.mcnd.org.ua/index.php/conference-proceeding/article/view/233> (дата звернення: 29.12.2024).

5. Снісар О.А. Методи структурування навчальної інформації під час викладання аналітичної хімії в майбутніх фармацевтів. *Health & Education*. Видавничий дім "Гельветика", 2023. № 3. С. 157–162. DOI: <https://doi.org/10.32782/health-2023.3.26>

REFERENCES

1. Isaieva, O. & Shainer, H. (2022). Efektyvnist orhanizatsii samostiinoi roboty u vyshchikh medychnykh zakladakh [Efficiency of self-study organization in higher medical institutions]. *Youth and market*. Monthly scientific-pedagogical journal. Drohobych, No. 5 (203), pp. 46–49. [in Ukrainian].

2. Kalibabchuk, V.O., Stuchynska, N.V. & Lysenko, T.A. (2011). Orhanizatsiia samostiinoi roboty studentiv z medychnoi khimii zasobamy IKT [Organization of independent student work in medical chemistry informational and communication technologies]. Available at: <file:///D:/Users/Admin/Downloads/admin,+484-1428-2-RV.pdf> (Accessed 30 Dec. 2024). [in Ukrainian].

3. Karpenko, Yu.P. (2024). Vykorystannia novitnikh osvitynikh tekhnolohii pry vyvchenni khimii [Using the latest educational technologies when studying chemistry]. *Successes and Achievements in Science*, Kyiv, No. 1 (1), pp. 425–432. DOI: [https://doi.org/10.52058/3041-1254-2024-1\(1\)-425-432](https://doi.org/10.52058/3041-1254-2024-1(1)-425-432) [in Ukrainian].

4. Kukhniuk, O. & Kotsiuruba, V. (2022). Vykorystannia intehrovanykh zaniat v osvitnomu protsesi pidhotovky likariv [The use of integrated classes in the educational process of training doctors]. *Proceedings of the II International Scientific Conference "A Comprehensive Approach to the Modernization of Science: Methods, Models and Multidisciplinarity"*, Chernivtsi, pp. 300–302. Available at: <https://archive.mcnd.org.ua/index.php/conference-proceeding/article/view/233> (Accessed 29 Dec. 2024). [in Ukrainian].

5. Snisar, O.A. (2023). Metody strukturuvannia navchalnoi informatsii pid chas vykladannia analitychnoi khimii v maibutnikh farmatsevtiv [Methods of structuring educational information when teaching analytical chemistry to future pharmacists]. *Health & Education*, Helvetica Publishing Group, No. 3, pp. 157–162. DOI: <https://doi.org/10.32782/health-2023.3.26> [in Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції 06.01.2025



"Творіння інтелекту переживають шумну суєту поколінь і на протязі століть зігрівають світ теплом і світлом".

Альберт Ейнштейн
один з найвизначніших фізиків ХХ століття

