

Г. Х. Мацука, С. В. Комісаренко

Біохімія



БІОХІМІЯ (від [біо...](#) і *хімія*) – наука, яка вивчає структуру, функції та шляхи перетворення речовин, що входять до складу живих організмів, а також зв'язок цих перетворень з діяльністю органів і тканин. Ін. назви – фізіологічна, або біологічна, хімія. З огляду на те, що Б. є «хімією усього живого», вона умовно ділиться на окремі напрями: Б. людини і тварин, клінічна Б., Б. рослин, Б. мікроорганізмів, радіац. Б., порівняльна Б. тощо. Б. вивчає структуру і перетворення різних класів молекул, зокрема білків, нуклеїн. кислот, ліпідів, вуглеводів, вітамінів, гормонів, а також їхню роль у побудові й функціонуванні надмолекуляр. комплексів, клітин. органел, клітин, органів і тканин організмів.

Предметом Б. є також процеси накопичення та утилізації в клітинах енергії, отриманої в результаті розпаду пожив. речовин; регуляторні механізми в клітині, які контролюють її життєвий цикл і виконання біол. функцій. Прогрес у вивченні структури білків та нуклеїн. кислот призвів до формування у 40–50-х рр. 20 ст. таких відгалужень сучас. Б. як *молекулярна біологія* та [біоорганічна хімія](#). Тривалий час молекулярну біологію вважали фундам. наукою. У 1970-х рр. було винайдено технологію рекомбінантних ДНК (П. Берг, С. Коен, Ф. Сенґер), яка заклала основи [генної інженерії](#). Використання цього винаходу, а також поява найновітніших методів дослідження структури макромолекул і їхнього синтезу, сприяли розвиткові сучас. Б. (та молекуляр. біології), найяскравішим проявом якого стало розшифрування 2001 геному (усієї первин. структури ДНК) людини. «Перехід» сучас. біол. наук (фізіології, генетики, онкології, ендокринології, біофізики тощо) на молекуляр. рівень призвів до їхнього «перекриття» з Б. У серед. 19 ст. проведені біохім. дослідж. на основі досягнень орган. та фіз. хімії. Протягом наступних років деякі наук. відкриття сприяли формуванню сучас. Б. Серед них – відкриття *ферментації*. В Україні Б. бере початок від

серед. 19 ст., коли в Харків. університеті було видано підручник «Classification des substances végétales et animales selon leur propriétés chimiques» («Класифікація рослин і тварин за їх хімічним складом», Москва, 1810) Ф. Гізе. Ця праця відіграла важливу роль у розвитку орган. хімії і виникненні нової науки – біол. хімії. 1847 проф. Харків. університету О. Ходнєв видав перший рос. підручник «Курсъ фізіологической химіи». Дослідж. у галузі Б. в Україні до 1917 проводилися в Університеті св. Володимира (Київ), Харків. та Новорос. (Одеса) університетах. 1863 в університетах Рос. імперії були організовані каф. мед. хімії і фізики, а згідно з уставом 1884 були створені самостійні каф. мед. хімії. Вихованець Харків. університету і перший викл. мед. хімії [Ф. Тихонович](#) протягом 25-ти р. керував каф. мед. хімії і вивчав утворення вуглеводів в організмі. 1866 він дійшов висновку, що гол. роль в утворенні глікогену в печінці тварин належить вуглеводам. Першим проф. мед. хімії Університету св. Володимира був А. Шеффер, який вивчав проміжні продукти гідроліт. розпаду білків проміж. і кінц. продуктів амінокислот. У цьому Університеті проф. мед. хімії [В. Кістяківський](#) вивчав обмін глікогену в органах за різних фіз. станів. Засн. вітчизн. Б. вважають вихованця Харків. університету [О. Данилевського](#), який 1886 синтезував із пептонів пластеїн, розділив амілазу та трипсин з підшлунк. залози методом вибіркової адсорбції, а також довів, що гідроліт. ферменти можуть мати зворотню дію. Він раніше від В. Гофмайстера і Е. Фішера звернув увагу на те, що в білк. молекулі присутні пептидні зв'язки, а також з учнями розробив методи виділення білків (міозину, міостроміну та ін.) із м'язової тканини. Проблема синтезу білк. сполук, яку вивчав О. Данилевський, знайшла продовження в дослідж. [Д. Кураєва](#), І. Гросмана та [Л. Розенфельда](#) (Харків. університет), А. Ракочі (Університет св. Володимира) і [В. Зав'ялова](#) (Новорос. університет). Фундам. роботи були виконані в Україні в галузі обміну азоту і його сполук в м'язових тканинах. Початок їм поклав [В. Гулевич](#) з учнем Р. Крінбергом у Харків. університеті. 1906 вони знайшли в м'язах карнітин. Тоді ж в Одес. університеті проф. А. Медведєв вивчав процеси аміакоутворення в крові і дезамінування амінокислот.

Важл. подією у розвитку Б. в Україні було утворення [О. Палладіним](#) 1925 у Харкові Укр. біохім. інституту, згодом реорганізов. в Інститут біохімії АН УРСР, який 1931 переїхав до Києва і став центром біохім. дослідж. в Україні. 1930–70 О. Палладін зі своїми учнями та послідовниками сформував в Інституті біохімії такі осн. напрями наук. дослідж.: нейрохімія, Б. м'язів, Б. вітамінів, Б. обміну речовин, Б. білків. Нейрохімія (Б. нерв. системи) отримала розвиток в Україні від 1922. Дослідж. з цього напрямку були сконцентровані за 2-ма напрямами: хім. топографія центр. і перифер. нерв. систем та функціон. нейрохімія, спрямована на пізнання біохім. основ та механізмів функціон. діяльності мозку. Було з'ясовано хім. топографію головного і спинного мозку, гангліїв, провід. шляхів і різних структур вегетат. нерв. системи, локалізацію АТФ-ази, неорган. пірофосфатази, глутамінази, 5'-нуклеотидази, аденозиндезамінази, фермент. систем протеолізу та ін. Досліджено, що філогенет. молоді структури багатші на білкові речовини, а старі

утримують підвищені кількості холестерину, лецитину і кефаліну, і що різні центри кори головного мозку мають неоднаковий хім. склад. Доведено, що гліколіз і окислювал.-відновні реакції інтенсивно відбуваються в корі великих півкуль мозку і що головний мозок використовує для гліколізу глюкозу на відміну від м'язової тканини, де субстратом є глікоген. Протягом десятиріч наук. колективи, які очолювали О. Палладін, А. Нагорний, [І. Буланкін](#), [В. Нікітін](#), проводили вивчення хім. складу і процесів обміну у нерв. системі на різних стадіях розвитку організму. Дослідження біохім. процесів у збудженому стані і в стані супресії нерв. системи дали змогу з'ясувати терапевт. дії ліків. Виявилось, що функція ЦНС пов'язана з активністю ендокрин. залоз. [В. Комісаренко](#) разом з колегами довів, що адреналін у результаті дії на ферментативні процеси мозку значно збільшує поглинання глюкози. В результаті адренектомії зменшується утримання АТФ, креатинфосфату, глікогену, глютамін. кислоти, збільшується утримання сечовини. Зменшення концентрації гормонів щитоподіб. залози супроводжується збільшенням рівня норадреналіну в мозку, тоді як надлишок тироїд. гормонів веде до його зниження. Значне місце в Б. нерв. системі займали дослідження дії фізіологічно актив. речовин (катехоламінів, серотоніну, γ -аміномасляної кислоти), які виконують медіаторні функції. У Харкові під керівництвом [А. Утевського](#) вивчали локалізацію і обмін катехоламінів у структурах головного мозку та в ефектор. органах. Доведена їх роль у виникненні психіч. захворювань людей. У 1970–90-х рр. досліджено вплив психотроп. агентів на обмін речовин; мембранну організацію та механізм дії ферментів, що забезпечують актив. транспорт натрію, калію та кальцію в нерв. клітинах. Вивчали механізм формування нейротоксинами іонних каналів та властивості цих каналів в плоских ліпідних бішарах та ліпосомах; механізм дії нейротоксинів; процес екзоцитозу у нерв. клітинах і властивості Na-K-АТФ-ази ([В. Лішко](#), [Н. Гімелрейх](#), [М. Малишева](#), [О. Кравцов](#)). У вивчення Б. м'язів вагомий внесок зробили О. Палладін та його учні.

На поч. 1930-х рр. [Д. Фердман](#), [А. Утевський](#), [М. Гулий](#) та ін. досліджували проміжні продукти гліколізу в м'язах і роль фосфор. кислоти. Було з'ясовано, що за активності м'язів креатинфосфорна кислота розщеплюється з утворенням креатину, який знову фосфорилується до креатинфосфорної кислоти за рахунок фосфору АТФ, що утворюється при відпочинку м'язів, коли посилюються окислювал. процеси. Вперше було показано, що при розщепленні глікогену відбувається засвоєння неорган. фосфор. кислоти і що глюкоза в м'язах може фосфорилуватися за рахунок АТФ, що забезпечує її використання в процесі гліколізу. 1937 [Д. Фердман](#) із співроб. виявили, що в м'язах під впливом специф. ферментів АТФ розщеплюється з утворенням аденілової і пірофосфорної кислот. Під час відпочинку м'язів рівень АТФ в них відновлюється за рахунок її ресинтезу. [Д. Фердман](#) і співроб. 1942 відкрили нову азотну сполуку – глютамін, вміст якого дуже високий в серц. м'язах. Уперше було доведено присутність в серц. і скелет. м'язах ферменту глютамінази, яка дезамінує глютамін з утворенням аміаку. Глутамінова кислота локально зв'язує аміак, при цьому

утворюється глутамін. Цей процес усуває токсичну дію аміаку і переводить його в нетоксичну форму, яка легко транспортується кров'ю до тканин, де він використовується для синтезу пуринів або для утворення сечовини – кінц. продукту азот. обміну. Останніми роками вивчалися біохім. процеси у мембранах та механізми, що забезпечують контроль динаміки обміну іонів Са в клітинах гладеньких м'язів. Були досліджені кінетичні і каталіт. властивості та особливості регуляції фізіологічно активними та фармакол. речовинами мембранозв'язаних енергозалежних Са-транспортувал. систем гладеньких м'язів – кальцієвих pomp, АТР-аз та іонних обмінників ([С. Костерін](#), [М. Курський](#) та ін.). Основи Б. вітамінів в Україні були закладені О. Палладінім, його учнями і послідовниками ([С. Винокуровим](#), [Р. Чаговцем](#), [А. Халмурадовим](#), [Г. Шавловським](#), [В. Вендтом](#), [Г. Донченком](#) та ін.). Вже під час 2-ї світової війни увагу О. Палладіна було зосереджено на дослідженні вітамінів групи К, які мають кровозупинні властивості. Було синтезовано вітамін К₃ (метилнафтохінон) і його водорозчинний аналог – вікасол. Останній виявився ефектив. препаратом, що зупиняє паренхіматозні кровотечі, значно прискорює заживлення ран, лікує опіки і пролежні. А. Халмурадов, Г. Донченко та ін. встановили можливість взаємоперетворення убіхінону (коензиму Q) та його цикліч. ізомеру убіхроменолу; визначили механізми участі α-токоферолу в реакціях транссульфування та трансметилювання; дослідили внутр.-клітин. α-токоферол- та ретинол-зв'язувальні білки, що дозволило сформулювати концепцію механізмів біол. дії вітаміну Е та встановити роль ретинолу в регуляції обміну білків та кислих мукополісахаридів. В. Вендт разом з *Р. Яхимович* та ін. вивчили біол. властивості високоактив. препаратів вітаміну Д₃, який нормалізує обмін речовин при багатьох патологіях та є актив. імунорегулятором. В результаті дослідження регуляції обміну речовин (М. Гулий) вивчено механізми функціонування окремих ланок циклу трикарбонових кислот (ЦТК); встановлено наявність в тканинах тварин модифікованого ЦТК (т. зв. гліюксилатного циклу); виявлено прямий зв'язок між порушенням перебігу ЦТК і розвитком цукр. діабету та кетозів ін. генезу; показано доцільність використання проміж. реакцій та субстратів ЦТК для цілеспрямов. впливів на обмін речовин; одержано багато білків (зокрема ферментів) тварин. і мікробіал. походження у кристаліч. вигляді, що дозволило не тільки вивчати їх структуру, фізико-хім. та функціон. властивості, але й створити пром. технології одержання ряду ферментів, зокрема глюкозооксидази і каталази *Penicillium vitale*. Було доведено (М. Гулий, Д. Мельничук та ін.), що вуглекислота завдяки процесам карбоксилування є важливим регулятором обміну речовин. Знайдено залежність між рівнем фіксації CO₂ та інтенсивністю біосинтет. процесів, що стала теор. основою створення препаратів для використання в медицині та тваринництві. Відкрито новий шлях утворення молоч. кислоти у тварин, що відбувається завдяки альдольній конденсації форміату та ацетальдегіду, та вивчено фермент, що відповідає за цю реакцію. Це дозволило створити ефективні засоби боротьби з алкогол. залежністю. Дослідження структури білків почалося 1944, коли до Києва переїхав [В. Беліцер](#). Спочатку він зі співроб. вивчав денатурац. перетворення білків і

дійшов висновку, що цей процес складається з декількох послідов. кооп. переходів. Згодом у лаб. Г. Троїцького було доведено, що конформац. переходи у білків можуть не супроводжуватися заг. денатурац. змінами і що існує повністю зворотнє денатурац. перетворення. Вивчаючи білки системи зсідання крові, В. Беліцер першим запропонував двофазовий механізм перетворення фібриногену на фібрин, який поєднує ферментативну фазу і фазу полімеризації. Він зі співроб. вивчив певні стадії ферментатив. розщеплення фібриногену і фібрину; дослідив доменну організацію молекули фібриногену і з'ясував структурну організацію і функціон. роль α C- та D-доменів фібриногену. Було також створено тривимірну модель молекули фібриногену і фібринової фібрили; розроблено теорію полімеризації фібрину та схему процесу утворення волокон фібрину; запропоновано кількісну модель реакцій, що відбуваються під час полімеризації мономерного фібрину за присутності специф. інгібіторів (В. Беліцер, [К. Веремєєнко](#), [Т. Варецька](#), [Л. Медвідь](#), Е. Луговський). Було також вивчено структуру та функції білків системи гемостазу – α 2-антиплазміну, протромбіну, протеїну С, факторів зсідання крові – IX, X, XIII, тромбоцитарного інтегрину IIbIIIa; досліджено механізм активації проферментів системи зсідання крові і фібринолізу активаторами непрямої дії. На основі фундам. дослідж. було розроблено діагност. методи для кількісного визначення осн. параметрів зсідання крові і фібринолізу, для ранньої діагностики порушень системи гемостазу; створено технологію отримання високоактив. і вірус-безпечних препаратів з білків крові людини ([С. Комісаренко](#), [Г. Волков](#), Т. Варецька, Т. Платонова, Е. Луговський, І. Колесникова).

Роботи в галузі первин. структури білків проводилися в Україні від 1962 ([С. Серебряний](#)). Об'єктами дослідж. були білки тіл вилучення вірусу ядер. поліедрозу тутового шовкопряда і великої вошинної молі. Загалом була досліджена первинна структура 8-ми білків представників серолог. родини групи бакуло- вірусів, а також каталаза гриба *Penicillium vitale* ([Е. Козлов](#)) і міоглобін бобра ([Б. Сухомлинов](#)). Великий обсяг робіт був виконаний в Інституті біохімії з дослідження ферментів і біосинтезу білка. Ще у 1930-х рр. Б. Гольдштейн провів фундам. дослідження з Б. тканинних протеїназ, що дозволило створити низку препаратів: пепсин, кристаліч. трипсин, амілазу, хімотрипсин, протеїназу для мед., хім. і легкої пром-стей ([О. Циперович](#)). На основі вивчення протеаз крові [С. Кудінов](#) розробив афінні методи одержання плазміногену та його фрагментів, фрагментів фібриногену та ін. білків крові. Прецизійною калориметрією встановлені особливості домен. структури та міждомен. взаємодій плазміногену (С. Кудінов, В. Новохатній). Вивчені механізми взаємодії фрагментів плазмін(оген)у з фрагментами фібрин(оген)у, зокрема природу лізил- та аргініл-зв'язувал. сайтів плазміногену. Розроблена концепція можливості проведення тромболітич. терапії мед. препаратами плазміногену або плазміногену разом з його тканин. активатором. Вивчення Б. імунітету почалося від 1970-х рр. групою науковців під керівництвом С. Комісаренка. Було з'ясовано механізм дії

фосфорорган. похідних неорган. пірофосфату на імунітет, що дозволило створити новий протипухлин. препарат «Мєбіфон» та розробити новий клас імуновектор. молекул на основі антитіл, фосфонатів та цитотоксич. антибіотиків.

Вперше в СРСР були впроваджені методи імуноферментатив. аналізу та розпочаті дослідження імунохім. структури білків та пептидів. Зокрема були вивчені антигенні детермінанти нейротоксину апаміну, цитохрому с, білків та пептидів згортувал. системи крові, туберкуліну, токсину кашлюка, нікотинового ацетилхолінового рецептора різних клітин тощо. Були одержані моноклональні антитіла з унікал. особливостями: проти унікал. антигенної детермінанти очищеного білкового деривата туберкуліну мікобактерій, проти різних епітопів молекули фібриногену та (або) фібрину, які впливають на полімеризацію фібрину тощо. Дослідження за допомогою моноклональних антитіл та фрагментів і пептидів фібрину дозволили відкрити та локалізувати новий центр його полімеризації. У результаті проведених дослідж. Б. ліпідів ([Н. Гула](#)) було вперше відкрито та ідентифіковано N-ацилетаноламіни (NAE) в клітинах нейробластоми, вивчено роль NAE в модуляції іон-транспортних систем та їхні антиоксидантні властивості. Досліджено мембранопротекторний ефект NAE та створено вискоєфективний кріопротектор на його основі. Описані антиаритмічні та антиоксидантні властивості NAE покладено в основу розробки нового кардіотроп. препарату. Отримано дані про значення ліпідів у розвитку морфінної залежності. Вивчено механізм дії природ. фосфоліпідів з омега-3 поліненасиченими жирними кислотами на обмін ліпідів у мембранах клітин, а також розроблено технології одержання з мор. організмів ендоген. комплексів біологічно активних сполук ліпідної та ліпід-білкової природи, зокрема з сурфактантною дією ([З. Даценко](#)). Б. нуклеїн. кислот до 1973 розробили в Інституті біохімії, а потім – в Інституті молекуляр. біології та генетики у Києві, де досягнуто значних успіхів у галузі Б. та молекуляр. біології. Група співроб. під керівництвом [Г. Мацуки](#) розшифрувала первинну структуру ряду ізоакцепторних тРНК і вивчила їх просторову структуру. Виявлено специф. конформаційні зміни тирозин-тРНК синтетази в результаті взаємодії з субстратами, зокрема з гомологічною тРНК, і запропоновано нову динамічну модель функціонування тирозин-тРНК синтетази при аміноацилюванні тРНК. [Г. Єльська](#) разом зі співроб. детально вивчили 3 сайти зв'язування тРНК з 80 S рибосомою, довела роль АТФ-азної активності у функціонуванні А- та Е-сайтів рибосоми. Під керівництвом [В. Кавсана](#) виділено зворотну транскриптазу, що дозволило ізолювати ряд генів тварин та людини і вивчити їхню первинну структуру (бл. 70 тис. нуклеотидних пар) та організацію. Засновниками сучас. Б. у Зх. регіоні України, зокрема у Львові, вважають [Я. Парнаса](#) та [С. Гжицького](#), але ще 1890 відомий зх.-укр. вчений [І. Горбачевський](#) започаткував дослідження обміну нуклеїн. кислот. Я. Парнас з учнями вивчав реакції гідролізу вуглеводів, розкрив механізм участі фосфатів у цих реакціях, встановив зв'язок між гліколізом та ін. біохім. перетвореннями в м'язах, що мало світ. визнання. Так, анаеробне перетворення глюкози часто носить назву

Ембдена–Мейергофа–Парнаса. Я. Парнас був одним з перших біохіміків, які почали використовувати радіоактивні ізотопи. 20 р. він очолював каф. лікар. хімії Львів. університету (тоді у Польщі), а 1939 опинився у СРСР і 1941–44 працював в Уфі, а 1944–48 – у Москві. С. Гжицький досліджував біохім. зміни, що відбуваються в м'язах коней, хворих на паралітичну міоглобінурію, а також процеси, що лежать в основі функцій травного апарату, печінки та ін. органів тварин. Осн. біохім. дослідж. у Львові проводяться в Інституті клітин. біології НАНУ (1969–2001 – Львів. відділ. Інституту біохімії НАНУ). *Г. Шавловський* зі співроб. детально досліджували механізми регуляції біосинтезу вітаміну B₂ у дріжджів. Були з'ясовані всі реакції флавіногенезу та встановлена роль ГТФ як пуринового попередника рибофлавіну. Важливим у вивченні біосинтезу рибофлавіну було відкриття у дріжджів нового ферменту – ГТФ-циклогідролази та визначення, що рибозо-5-фосфат є донором 4-вуглецевого компонента в перетворенні піримідинового попередника рибофлавіну у птериновий. Ідентифіковані всі ферменти флавіногенезу, клоновано 2 структурні гени флавіногенезу та досліджено їх експресію в гомолог. та гетеролог. системах. Аналіз нуклеотидної послідовності гена RIB I P. guilliermondii дозволив локалізувати його регуляторну ділянку, а також ідентифікувати ділянку ДНК, що забезпечує реплікацію (ARS-елемент). Проведені дослідж. з регуляції біосинтезу рибофлавіну. Виявлено 2 механізми контролю цього процесу: ретроінгібування ГТФ-циклогідролази і репресія-дерепресія синтезу ферментів флавіногенезу. Встановлено, що у дріжджів регуляторні гени негатив. типу дії беруть участь і в регуляції асиміляції заліза, що поставило питання про механізми засвоєння цього металу у дріжджів-аксоміцетів. Виявлено 2 системи транспортування заліза в клітини, досліджено відновну асиміляцію заліза. *А. Сибірний* зі співроб. вивчають біохім. і генет. аспекти регуляції метаболізму метанолу та біосинтезу флавінів у неконвенційних дріжджів, зокрема регуляцію біогенезу та деградації пероксисом, реконструювання систем надсинтезу ферментів флавіногенезу та ін. важливих білків із використанням підходів генної інженерії, розробляють нові біотехнології отримання препаратів із використанням клітин і ферментів неконвенц. дріжджів для створення біосенсорів та фермент. діагностикумів. При цьому важливим інструментом дослідж. є конструювання клітин дріжджів із новими метаболічними ознаками. *Л. Дробот* вивчив механізми регуляції активності та сигнал. функції нової форми кінази рибосомального білка S6 та дав характеристику новому сигнал. білку Ruk, залученому до регуляції сигнал. шляхів з участю білка Ras та фосфатидилінозит-3'-кінази. *Р. Стойка* вперше встановив, що стійкість лейкемічних клітин до дії цисплатину позитивно корелює з їх стійкістю до ріст-інгібуючої та апоптоз-індукуючої дії трансформувал. фактора росту β-типу. У той самий час цисплатино-резистентні клітини виявилися більш чутливими до негатив. дії гіпертермії та деяких лектинів. *М. Луцик* зібрав унікал. для України колекцію лектинів і вивчив їхні властивості. Виявлена здатність цитотоксич. лектинів з омели викликати зростання продукції цитокініну негатив. дії – трансформувал. фактора росту β-типу. В Україні значне місце займає Б. с.-г. тварин, осн. напрямками якої є: вивчення особливостей Б. травлення і

обміну речовин у с.-г. тварин за різних фізіол. і патол. станів організму під впливом лікув. препаратів; пошук цілеспрямов. шляхів впливу на обмін речовин; пошуки можливостей і технол. засобів заміни дефіцит. харч. сполук дешевшими (М. Гулий, Д. Мельничук, С. Гжицький, І. Головацький, [С. Кусень](#), [О. Кононський](#), [Ф. Палфій](#), [П. Лагодюк](#) та ін.). Доведено, що вуглекислота є важл. фактором, який регулює обмін речовин в тканинах. Виходячи з того, що реакції карбоксилювання є центр. у багатьох біосинтет. процесах, був створений препарат «Карбоксилін», використання якого для відгодівлі великої рогатої худоби збільшує продуктивність на 11–20 %.

Рекомендована література

1. Палладин А. В. Избранные труды. К., 1975;
2. R. McGiveryl. Biochemistry: a Functional Approach. 3 ed. Philadelphia, 1983;
3. Кучеренко М. Є., Виноградова Р. П., Бабенюк Ю. Д. та ін. Біохімія. К., 1995;
4. Гулый М. Ф. О некоторых проблемах биохимии. К., 1997.

Бібліографічний опис:

Біохімія / Г. Х. Мацука, С. В. Комісаренко // Енциклопедія Сучасної України [Електронний ресурс] / Редкол.: І. М. Дзюба, А. І. Жуковський, М. Г. Железняк [та ін.] ; НАН України, НТШ. – К. : Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2004. – Режим доступу: <https://esu.com.ua/article-35358>

2001-2025 © Ця енциклопедична стаття захищена авторським правом згідно з чинним законодавством України ([докладніше](#)).