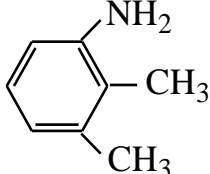


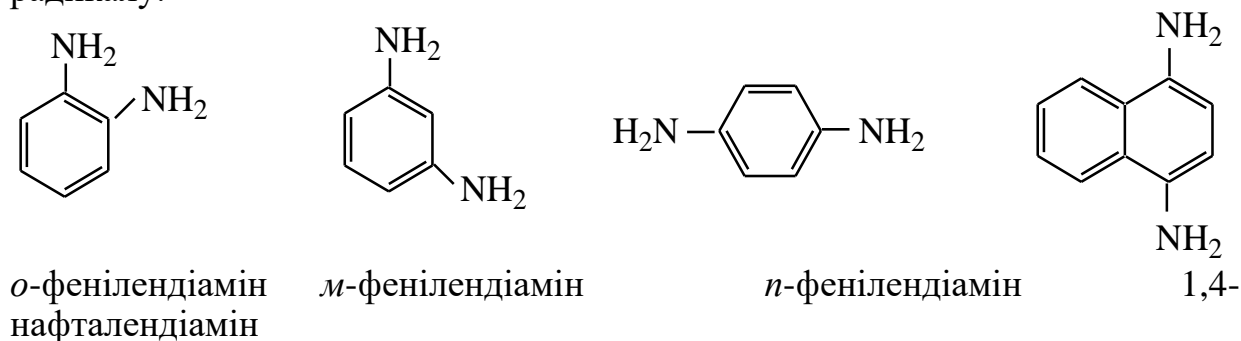
**Курта С.А. Органічна хімія**  
**ЛЕКЦІЯ №22**  
**РОЗДІЛ 25. АРОМАТИЧНІ АМІНИ**

Сполуки з групами  $-NH_2$ ,  $-NHR$  ( $-NHR$ ) або  $-NR_2$  ( $-NAr_2$ ), які безпосередньо сполучені з бензеновим ядром, називаються ароматичними амінами (ариламінами). Вони поділяються на ароматичні й жирно-ароматичні, або алкілароматичні, у яких з атомом нітрогену сполучені арильні та алкільні групи. Як похідні амоніаку ацени поділяють на первинні, вторинні й третинні.

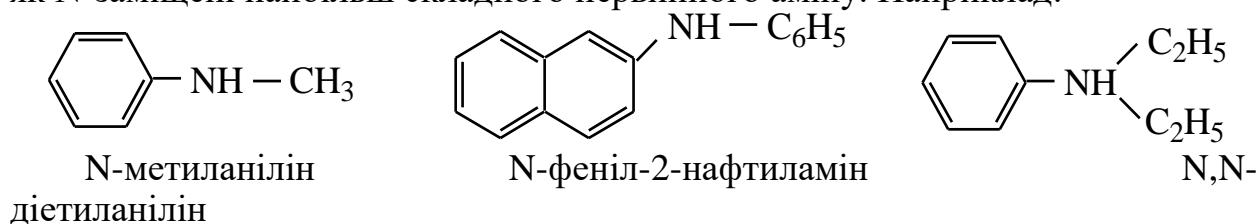
За систематичною номенклатурою для ариламінів використовують суфікс *-амін*, який додають до назви арену, наприклад бензиламін, або, якщо вона є основною групою, префікс *аміно-*, наприклад *n*-амінобензойна кислота. Але переважно застосовують дозволені правилами IUPAC тривіальні назви:

анілін	$C_6H_5-NH_2$
анізидин	$CH_3O-C_6H_4-NH_2$
фенетидин	$C_2H_5O-C_6H_4-NH_2$
толуїдин	$CH_3-C_6H_4-NH_2$
або	
ксилідин (показано 2,3-ізомер)	

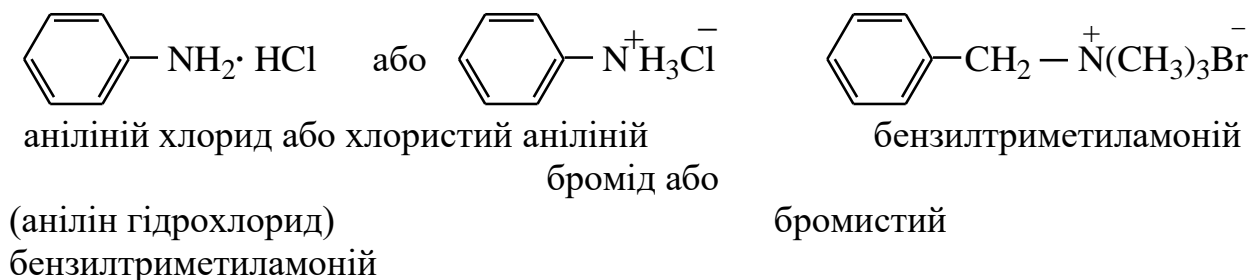
Сполуки, що містять дві аміногрупи, безпосередньо приєднані до циклічного ядра, називаються діамінами. Їх назви утворюють введенням суфікса *-діамін* до назви вихідної сполуки або до назви багатовалентного радикалу:



Назви симетричних вторинних і третинних амінів утворюють введенням до назви радикалу числівників *ди* або *три*, відповідно, і суфікса *-амін*, приміром дифеніламін. Несиметричні вторинні і третинні аміни позначають як *N*-заміщені найбільш складного первинного аміну. Наприклад:



Назви солей ариламінів утворюють заміною суфікса *-амін* або назви *анілін* на *амоній*, або *аніліній* відповідно:

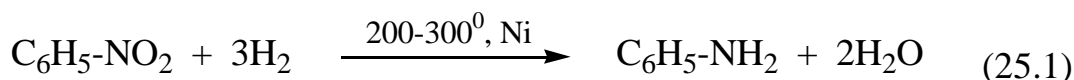


Ізомерія ароматичних амінів пов'язана зі взаємним положенням алкільних, арильних груп й аміногрупи.

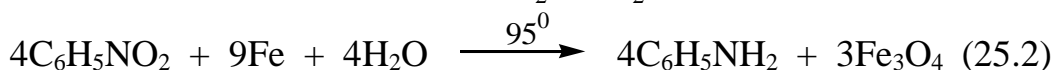
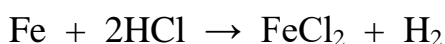
## 25.1 Методи синтезу ариламінів

Головні методи одержання основних амінів полягають у відновленні нітросполук, амонілізі галогенаренів та процесах алкілювання, арилювання.

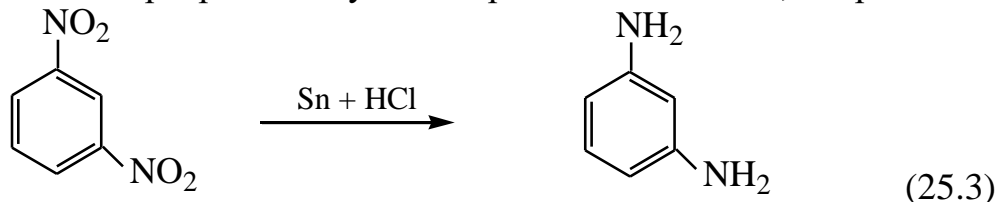
**1. Відновлення нітро- та інших нітрогеновмісних сполук.** Відновлення нітрогеновмісних сполук (нітроаренів, нітросоаренів, аренгідроксиламінів, нітринів, азосполук тощо) дозволяє одержувати відповідні аміни. Промислового значення набув метод каталітичного відновлення нітробензену в присутності міді (парофазний метод) або нікелю Ренея (рідкофазний метод):



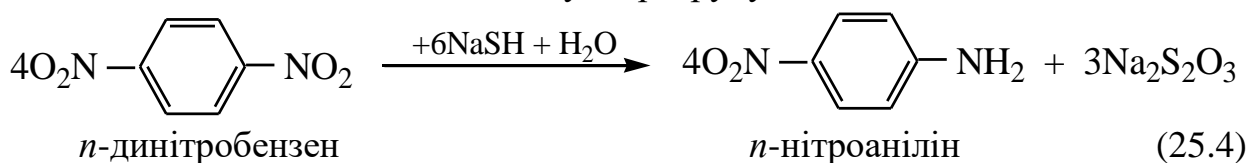
Існує значна кількість відновлювальних систем:  $\text{H}_2$  в присутності  $\text{Ni}$ ,  $\text{Cu}$ ,  $\text{Pd}$ ;  $\text{Fe}+\text{HCl}$ ,  $\text{Sn}+\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{Na}_2\text{S}$ ,  $\text{NaHS}$  тощо. Часто в промисловості відновником виступають чавунні ошурки в присутності невеликої кількості хлоридної кислоти. Вважають, що спочатку залізо взаємодіє з  $\text{HCl}$  з утворенням електроліту хлориду феруму (II), який каталізує реакцію і зв'язує кисень нітрогрупи:



Аналогічно з динітроаренів добувають ароматичні діаміни, наприклад:



Специфічними відновниками є сульфіді або гідросульфіді лужних металів, які відновлюють лише одну нітрогрупу з двох:



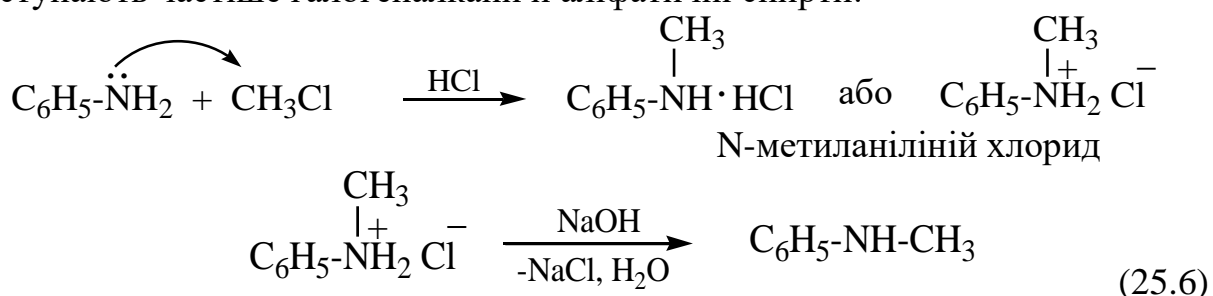
**2. Амоніліз галогенаренів.** Під час амінування (амонілізу) галогенопохідних аренив одержують відповідні первинні аміни, завдяки

нуклеофільному заміщенню галогену аміногрупою в жорстких умовах у присутності мідного каталізатора або через ариновий механізм з утворенням дегідробензену:

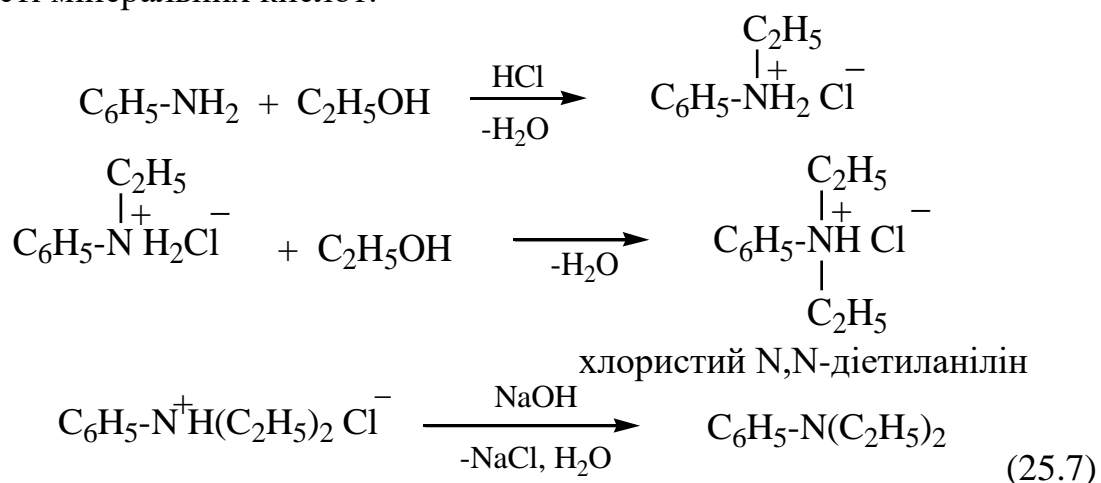


За наявності в *o*- або *n*-положенні щодо атома хлору сильноакцепторних груп (-NO<sub>2</sub>, -CN) аміноліз галогенаренів відбувається значно легше.

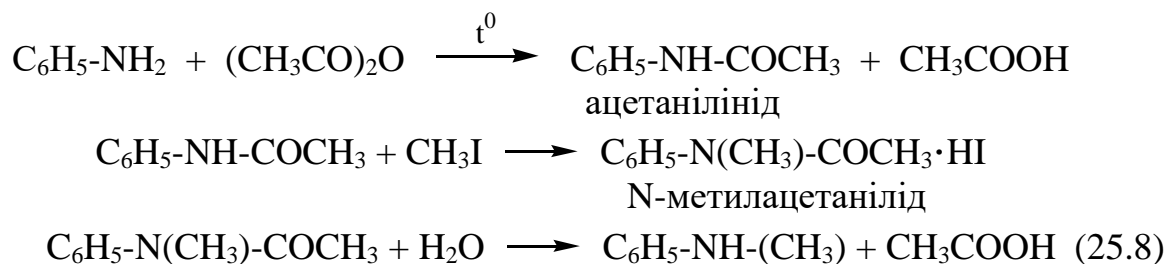
**3. Реакції алкілювання.** Алкілюванням ароматичних амінів одержують вторинні та третинні аміни жирно-ароматичного ряду. Алкілюючими агентами виступають частіше галогеналкани й аліфатичні спирти:



У промисловості алкілювання переважно проводять спиртами в присутності мінеральних кислот:

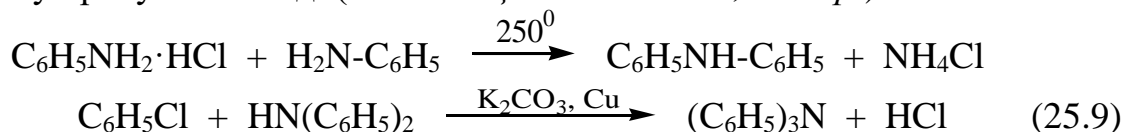


Під час алкілювання утворюється, як правило, суміш вторинних і третинних амінів. З метою синтезу тільки вторинних амінів аміногрупу попередньо захищають реакцією ацилювання за допомогою оцтового ангідриду або інших ацилюючих реагентів і проводять моноалкілювання:



**4. Реакції арилювання.** Арилювання – уведення до будь-якої сполуки ароматичного залишку Ar. Реакціями арилювання ароматичних амінів одержують, як правило, діариламіни та триариламіни. Наприклад, вторинні

аренаміни синтезують взаємодією солей первинних амінів з аніліном, натомість третинні аміни отримують нагріванням дифеніламіну з хлоробенzenом у присутності міді (конденсація Ф. Ульмана, 1903 р.):



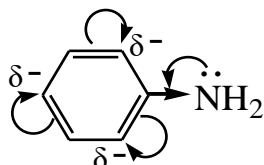
## 25.2 Фізичні й хімічні властивості ариламінів

Ароматичні аміни являють собою рідини або кристалічні речовини, які окиснюються під час зберігання. Аренаміни проявляють певну розчинність у воді, наприклад 3,4 % для аніліну (20°C). Із збільшенням кількості NH<sub>2</sub>-груп розчинність у воді зростає. Ароматичні аміни є сильними отрутами й часто мають неприємний запах.

Первинні та вторинні аренаміни утворюють міжмолекулярні водневі зв'язки, а з водою і спиртами водневі зв'язки утворюють усі типи амінів. В УФ-частині спектра ароматичні аміни максимально поглинають за 230 і 280 нм.

ІЧ-спектри первинних аренамінів характеризуються для зв'язку N-H несиметричними валентними коливаннями  $\nu^{as}$  за 3490 см<sup>-1</sup> і симетричними  $\nu^s$  за 3400 см<sup>-1</sup>. Валентні коливання зв'язку C-N проявляються двома сильними смугами за 1360 і 1180 см<sup>-1</sup>.

**1. Основність амінів.** Ароматичні аміни проявляють меншу основність, ніж аліфатичні, унаслідок *p*- $\pi$ -спряження вільної пари *p*-електронів атома нітрогену з  $\pi$ -спряженням бензенового ядра:



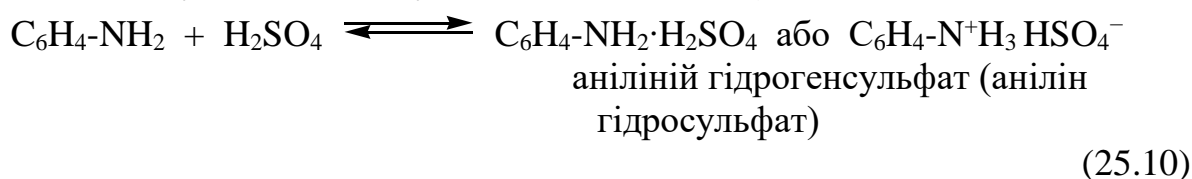
Завдяки цьому, зменшується здатність атома нітрогену взаємодіяти з кислотою (H<sup>+</sup>) або протонізуватися. Уведення наступного бензенового кільця ще помітніше знижує основність, а третинні ароматичні аміни основних властивостей не мають. У наведеному ряді подано константи основності амінів  $K_b$ , порівняно з амоніаком:

Сполука:	NH <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub> NH <sub>2</sub>	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> NH <sub>2</sub>	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> N(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	(C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>2</sub> NH
$K_b$ :	1,8 · 10 <sup>-5</sup>	4,4 · 10 <sup>-5</sup>	3,8 · 10 <sup>-5</sup>	11,5 · 10 <sup>-5</sup>	7,0 · 10 <sup>-5</sup>
Сполука:	<i>n</i> -CH <sub>3</sub> -C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> -NH <sub>2</sub>		<i>n</i> -NO <sub>2</sub> C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> NH <sub>2</sub>		
$K_b$ :	11,8 · 10 <sup>-10</sup>		0,1 · 10 <sup>-12</sup>		

Уведення електронодонорного замісника в ароматичне ядро або в аміногрупу збільшує основність, а електроноакцепторного, навпаки, зменшує. Тому аміни за зменшенням основності можна розмістити в ряд:



Основні властивості аренамінів зумовлюють утворення солей у разі додавання до суміші якої-небудь сильної кислоти (HCl, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>):



Тому слід пам'ятати, що в більшості реакцій аміни беруть участь у формі солей. Аміни, як слабкі основи, зі слабкими кислотами на зразок CH<sub>3</sub>COOH або H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, солей не утворюють.

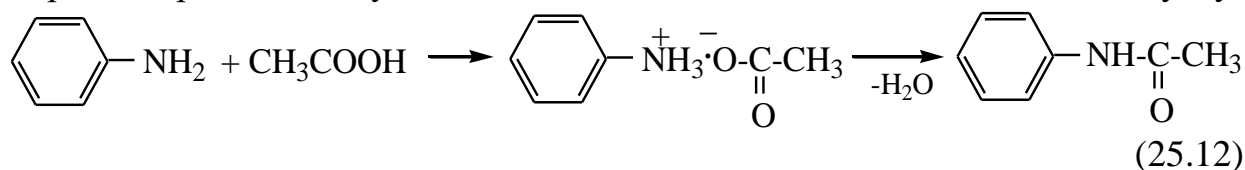
Солі аренамінів легко гідролізуються водою, унаслідок чого водні розчини проявляють кислу реакцію:



Ароматичні аміни здатні вступати в хімічні реакції за участю як NH<sub>2</sub>-групи (алкілування, ацилювання, арилювання, окиснення, взаємодія з альдегідами й кетонами, нітритною кислотою тощо), так і бензенового ядра (електрофільне заміщення атома гідрогену). Розглянемо спочатку реакції для аміногрупи.

**2. Алкілування амінів** викладено в розділі 11.1. У промисловості метиланілін і диметиланілін одержують взаємодією парів метилового спирту з аніліном над дегідратуючим Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Їх використовують для синтезів барвників і вибухових речовин.

**3. Ацилювання амінів.** Як було вже зазначено, під час ацилювання амінів утворюються відповідні ацилпохідні, або аніліди. З ацилюючих реагентів частіше застосовують ангідриди кислот, хоча галогенангідриди ефективніші. Під час ацилювання карбоновими кислотами необхідне нагрівання реакційної суміші для відщеплення води від солеподібного адукту:



Продукти ацилювання являють собою, по суті, амідні відповідних кислот. Це, як правило, кристалічні речовини із чіткими температурами топлення, унаслідок чого їх застосовують для ідентифікації амінів.

Ацильовані аміни стійкі до окиснення, що використовують для захисту аренамінів за необхідності їх нітрування або сульфування.

Як амідні кислот ацильовані аміни гідролізуються за нагрівання в лужному або кислому середовищі. Ацетамідна група -NH-C(CH<sub>3</sub>)=O належить до електронодонорних замісників, але її активуючий вплив в *o*- і *n*-положеннях значно слабкіший, ніж NH<sub>2</sub>-групи, завдяки електроноакцепторній дії карбонільної групи (-I<sub>C=O</sub>, -M<sub>C=O</sub>). У результаті такого впливу карбонільної групи ацильовані аміни

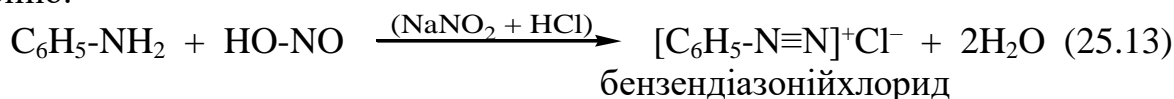
втрачають основні властивості й не розчиняються в розведених розчинах сильних кислот.

Деякі ацильовані ароматичні аміни застосовують переважно як ліки з жарознижуючою дією, наприклад *n*-ацетилфенетидин (фенацетин)  $n\text{-C}_2\text{H}_5\text{O-C}_6\text{H}_4\text{-NH-COCH}_3$ .

**4. Реакції арилювання** викладено в розділі 11.1.

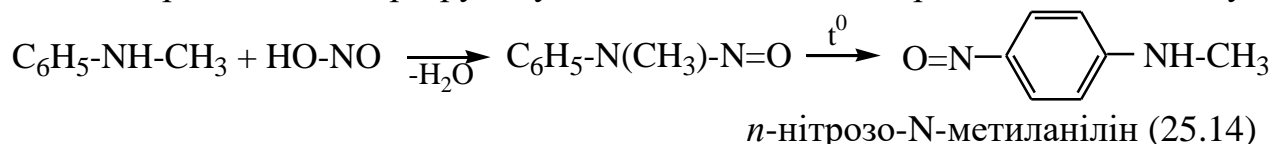
**5. Взаємодія з нітритною кислотою.** Аренаміни по-різному реагують з  $\text{HNO}_2$ , що дозволяє розрізняти первинні, вторинні й третинні аміни аналогічно з аліфатичними амінами.

*Первинні* аренаміни при цьому вступають у реакцію з одержанням солей діазонію:

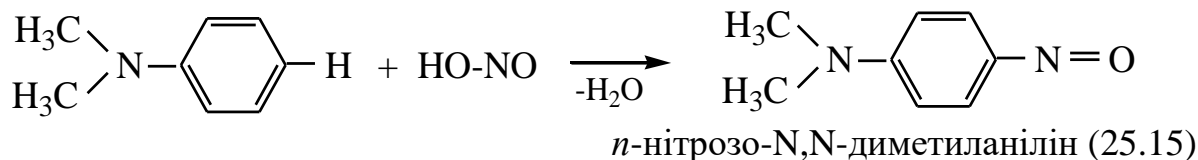


У подібних умовах аліфатичні аміни утворюють переважно спирти.

*Вторинні* аренаміни, як і аліфатичні, дають *N*-нітрозаміни й здатні далі за нагрівання перегруповуватися до *n*-нітрозо-*N*-метиланіліну:

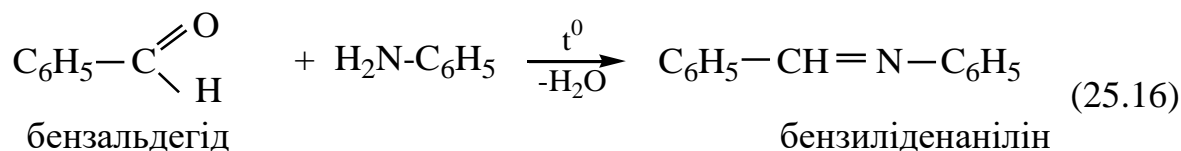


*Третинні* аренаміни утворюють, переважно, *n*-нітрозопохідні з нітрозогрупою в бензеновому ядрі (якщо *n*-положення зайняте, нітрозогрупа вступає в *o*-положення):

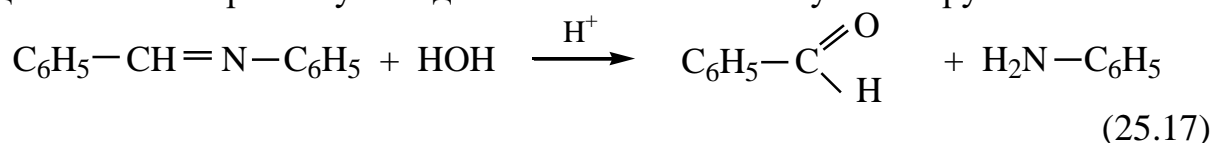


Нагадаємо, що третинні аліфатичні аміни з нітритною кислотою практично не взаємодіють.

**6. Реакції з альдегідами.** Первинні аміни здатні взаємодіяти з ароматичними альдегідами з утворенням азометинів, або основ Шиффа, аналогічно до взаємодії альдегідів з амоніаком. Назву азометинів утворюють з назви двовалентного залишку типу  $\text{C}_6\text{H}_5\text{-CH}$  і закінчення *-анілін*:



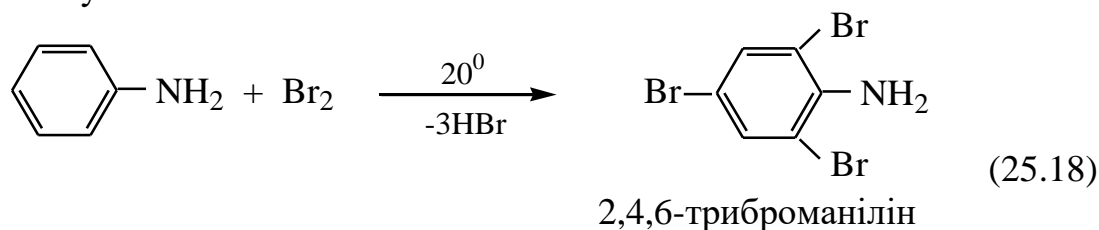
Під дією кислот або лугів азометини розкладаються на вихідні сполуки й це можна використовувати для тимчасового захисту аміногрупи:



Азометини застосовують під час синтезу, зокрема, гетероциклічних сполук (похідних піридину та хіноліну).

До наступної групи реакцій належать реакції електрофільного заміщення в бензеновому ядрі.

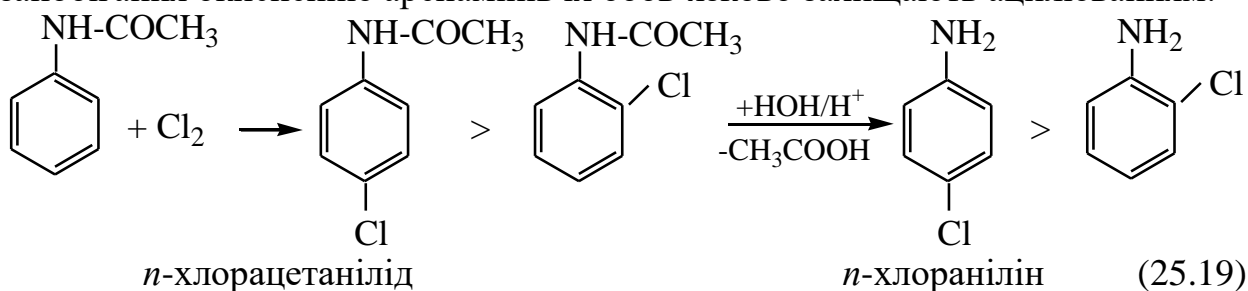
**7. Галогенування.** Галогенування аренамінів, залежно від природи галогену та умов реакції, відбувається, як правило, з одержанням тригалогенаренамінів (хлор і бром вступають у всі вільні *o*- і *p*-положення). Так, під час дії на анілін бромної води реакція проходить легко з утворенням триброманіліну:



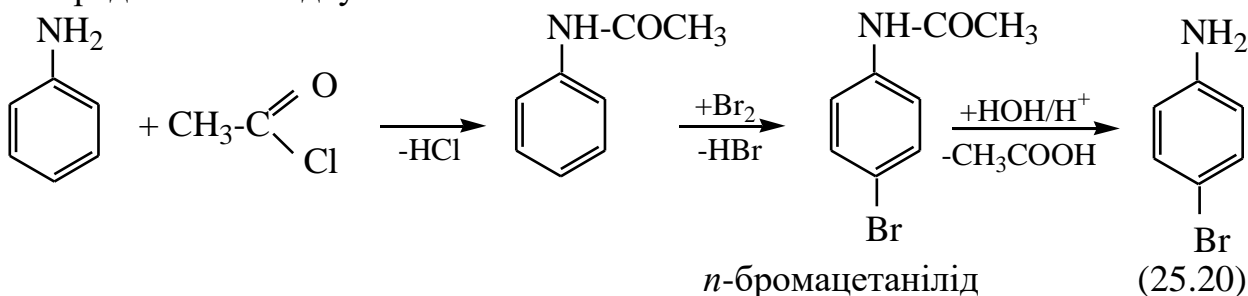
Аналогічно взаємодіє з аніліном йод.

Перебіг реакцій галогенування підтверджує сильний активуючий вплив аміногрупи на процеси електрофільного заміщення.

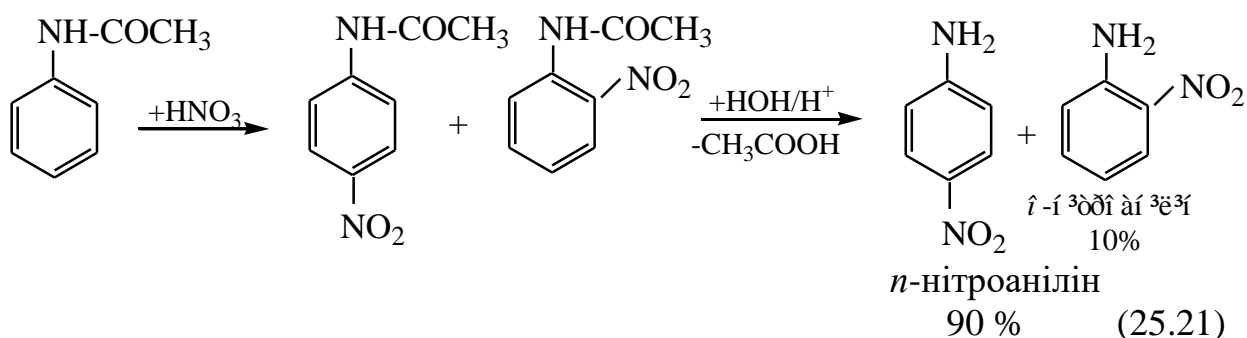
Під час хлорування може відбуватись окиснення аміногрупи. Для запобігання окисненню аренамінів їх обов'язково захищають ацилюванням:



При цьому, унаслідок стеричних перешкод (об'ємної ацетамідної групи), хлорування в *o*-положення практично не відбувається. В основному утворюється *n*-хлорацетанлід, з якого потім гідролізом знімають захист аміногрупи. За необхідності добути лише *n*-ізомер спочатку ізолюють аміногрупу, а потім, наприклад, бромують ацетанлід аналогічно до попереднього випадку:

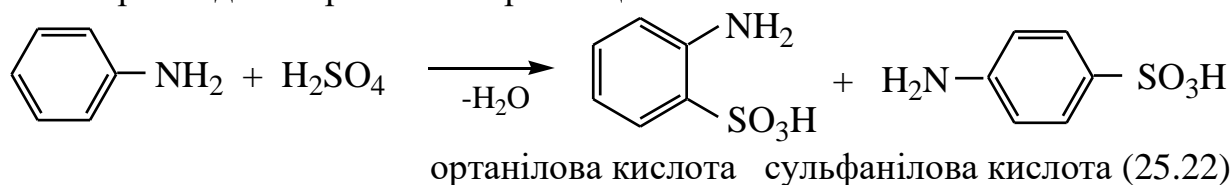


**8. Нітрування.** Нітрування аренамінів безпосередньою взаємодією з нітратною кислотою не проводять унаслідок здатності  $\text{HNO}_3$  окиснювати аміногрупу. Тому попередньо аміногрупу обов'язково захищають:

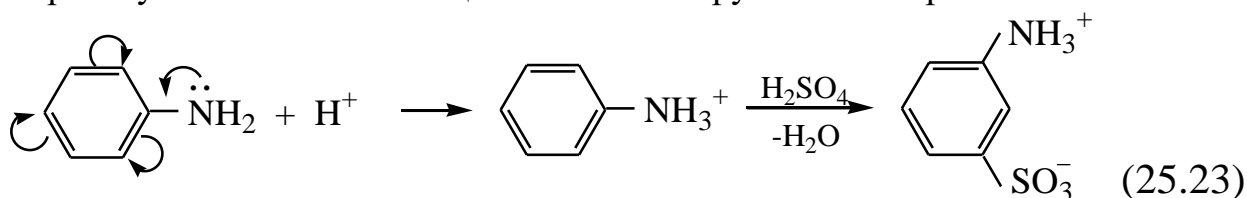


Для одержання *m*-нітроаніліну використовують *m*-динітробензен, для відновлення якого застосовують сульфіді або гідросульфіді лужних металів, що здатні відновлювати лише одну нітрогрупу.

**9. Сульфування.** Сульфування аренамінів проводять сильнорозведеним розчином сульфатної кислоти. При цьому утворюється в основному суміш *o*- і *p*-ізомерів згідно з правилами орієнтації:



Однак у таких умовах реакція сульфування відбувається повільно, часто з одержанням *m*-ізомера, кількість якого зростає з підвищенням концентрації кислоти. Це пояснюється протонізацією аміногрупи, яка переходить в анілінієву. Вважають, що при цьому зникає *p*- $\pi$ -спряження електронної пари нітрогену з бензеновим кільцем й амонієва група стає *m*-орієнтантом:

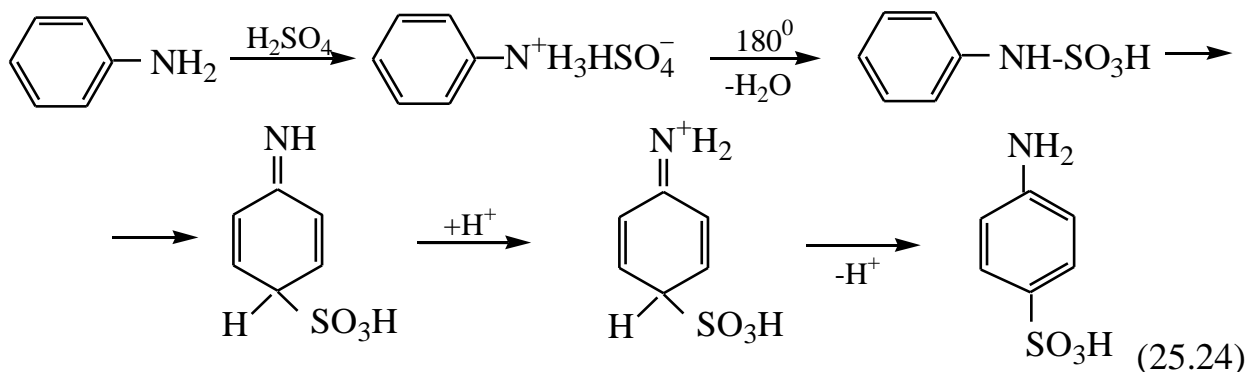


Аналогічна картина спостерігається під час нітрування незахищених аренамінів, де кількість *m*-ізомера може бути значною. Тому, як і в попередніх процесах, сульфування аренамінів проводять, як правило, із захищеною аміногрупою.

Широке застосування у виробництві азобарвників і лікарських препаратів набула сульфанілова кислота, яку синтезують без попереднього захисту аміногрупи в жорстких умовах з використанням концентрованої сульфатної кислоти. Спочатку утворюється гідросульфатна сіль аніліну, яка за нагрівання перетворюється у феніламід сульфонової кислоти. Остання за умов реакції шляхом внутрішньомолекулярного перегрупування дає сульфанілову кислоту.

Сульфанілова кислота містить одночасно кислотну ( $-\text{SO}_2\text{OH}$ ) і основну ( $-\text{NH}_2$ ) групи. Тому вона існує у вигляді цвітер-іона, унаслідок чого слабо розчиняється у воді на відміну від аренсульфонової кислот.



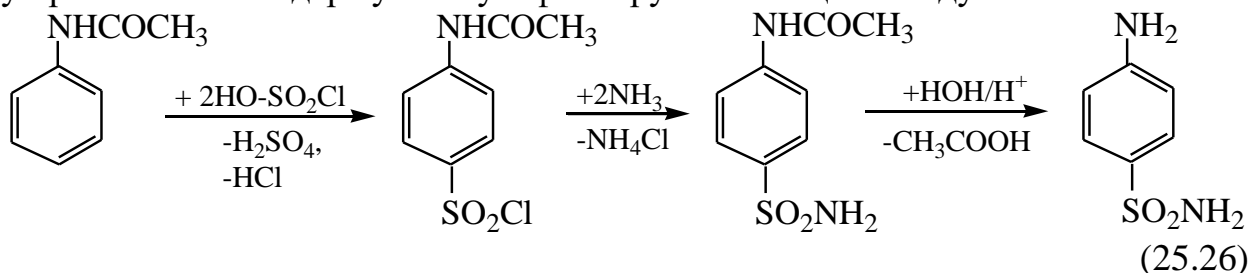


Але завдяки своїм кислотним властивостям під час взаємодії з лугами або із содою сульфанілова кислота утворює відповідні водорозчинні солі:



Як було зазначено (розділ 11.2 (1)), на основі сульфанілової кислоти синтезовано велику кількість (6 000) сульфамідних препаратів, з яких приблизно 20 мають антибактеріальні властивості, їх застосовують для лікування людей.

Один з високоефективних сульфамідних препаратів – білий стрептоцид у промисловості одержують сульфохлоруванням ацетаніліду:



*m*-Анілінсульфонову (метанілову) кислоту також використовують для синтезу лікарських препаратів. Її отримують реакцією сульфування нітробензену в жорстких умовах з подальшим відновленням нітрогрупи.

З ароматичних діамінів найчастіше застосовують фенілендіаміни для синтезу гетероциклічних сполук (*o*-фенілендіамін), пластмас (*m*-фенілендіамін) та азобарвників (*m*- і *n*-ізомери). Їх одержують відновленням *o*- та *n*-нітроанілінів і *m*-динітробензену.

## Контрольні питання. Ароматичні аміни

1. Ароматичні аміносполуки. Номенклатура, методи одержання. Основність та взаємодія з нітритною кислотою.
2. Напишіть структурні формули таких сполук: а) диметиланіліну; б) *n*-толуїдину; в) бензіламіну; г) солянокислого диметиланіліну.
3. Поясніть зменшення основності ароматичних амінів порівняно з аліфатичними.
4. Назвіть аміни, які можна отримати відновленням таких нітросполук: *n*-нітрохлоробензен; *n*-метоксинітробензен; *m*-динітробензен; *o*-нітрофенол.
5. Отримайте відомими методами *n*- і *o*-толуїдини.

6. Використовуючи толуен як вихідну сировину, отримайте: анілін, бензиламін, *n*-толуїдин.
7. Використовуючи толуен як вихідну сировину, отримайте: *m*-броманілін, бензилдиметиламін.
8. Використовуючи толуен як вихідну сировину отримайте: 2-феніл-1-етиламін; 4-аміно-2-нітробензойну кислоту.
9. Отримайте бензиламін з: хлористого бензилу; бензонітрилу; оксима бензальдегіду й фенілоцтової кислоти.
10. З *n*-толуїдину отримайте: а) *n*-ацетамінобензойну кислоту; б) 2-бromo-4-метиланілін.
11. Подайте схеми отримання таких амінів: *o*-толуїдину; *m*-фенілендіаміну; бензиламіну; дифеніламіну.
12. З бензену отримайте 2,4-діамінотолуен.
13. Напишіть реакції *n*-нітроаніліну, *N*-метиланіліну, диметиланіліну з нітритною кислотою.
14. Напишіть реакції *m*-толуїдину з хлоридною і нітритною кислотами. Назвіть продукти реакції.
15. Напишіть реакції взаємодії антранілової кислоти з: хлоридною та нітритною кислотами, водним розчином лугу. Назвіть одержані сполуки.
16. Для *n*-толуїдину напишіть реакції з: а)  $\text{NaNO}_2$  в присутності  $\text{HCl}$ ; б) оцтовим ангідридом; в) бромною водою; г) йодистим бутилом.
17. Напишіть реакції аніліну, які зумовлені наявністю аміногрупи і назвіть продукти реакцій.
18. Отримайте з аніліну такі сполуки: *n*-фенілендіамін, сульфанілову кислоту, *n*-нітроанілін, ацетанілід.
19. Отримайте анілін, виходячи з метану. Наведіть приклади реакцій аніліну за аміногрупою та бензольним ядром.
20. З толуену отримайте будь-яким способом *n*-толуїдин і напишіть для нього реакції з хлористим ацетилом, щавелевою кислотою, хлороформом у присутності спиртового розчину лугу.
21. З бензену будь-яким методом отримайте *m*- і *n*-нітроаніліни й напишіть для них реакції з йодистим пропілом.
22. Отримайте *m*-толуїдин з: *m*-нітротолуену; *m*-хлоротолуену. Напишіть для нього реакції солеутворення й ацилювання.
23. Отримайте з бензену бензилетиламін і напишіть для нього реакцію з нітритною кислотою.
24. З бензену отримайте йодистий триетилфеніламоній. Напишіть для нього реакцію з аргентум гідроксидом.
25. З хлоробензену отримайте *n*-хлоранілін. Напишіть реакції *n*-хлораніліну з  $\text{HCl}$ ,  $\text{NaNO}_2$  в середовищі  $\text{HCl}$ ,  $\text{CH}_3\text{COCl}$ .

26. Виходячи з бензену, отримайте сульфанілову кислоту й проацилюйте її оцтовим ангідридом. Напишіть рівняння реакцій і назвіть одержані сполуки.

27. З бензену отримайте *o*-, *m*- і *n*-фенілендіаміни. Для *o*-фенілендіаміну напишіть реакцію конденсації з гліоксалем і мурашиною кислотою.

28. *m*-Амінофенол отримайте з *m*-нітробензенсульфонової кислоти.

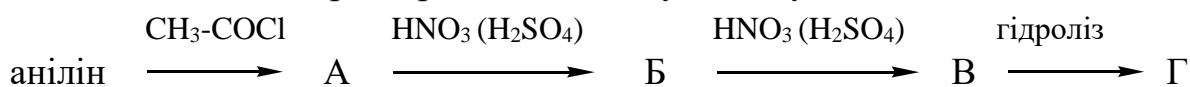
29. Взаємодія первинних, вторинних і третинних ароматичних амінів з нітритною кислотою. Реакція діазотування – умови проведення, механізм.

30. З аніліну отримайте *n*-нітроанілін і діетиланілін та порівняйте їх основні властивості.

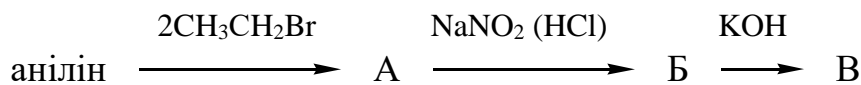
31. Запропонуйте реакції, за допомогою яких можна розділити суміші таких речовин: а) анілін і бензен; б) *n*-толуїдин і *n*-нітротолуен; в) анілін і циклогексиламін.

32. Поняття про захист та активацію функціональних груп. Тимчасовий захист аміногрупи аніліну.

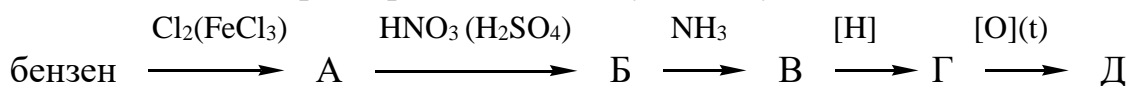
33. Здійснить перетворення і назвіть усі сполуки:



34. Здійснить перетворення і назвіть усі сполуки:



35. Здійснить перетворення і назвіть усі сполуки:



36. Здійснить перетворення і назвіть продукти реакцій:



### СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Курта С.А., Лучкевич Є.Р., Матківський М.П. Хімія органічних сполук. Підручник для вищих навчальних закладів. м. Івано-Франківськ: При-карпат.нац.ун-т ім. В.Стефаніка, 2013. – 588 с. вид-во. Прикарпат. нац. у-ту. Авторські права захищені свідоцтвом про реєстрацію авторського права на твір № 52578 від 13.12.2013 р. державним департаментом інтелектуальної власності МОН України.

2. Ластухін Ю. О. Органічна хімія : підруч. [для вищ. навч. закл.] / Ластухін Ю. О., Воронов С. А. – Л. : Центр Європи, 2001. – 864 с.

3. Домбровський А. В. Органічна хімія / Домбровський А.В., Найдан В.М. – М. : Вища шк., 1882. – 503 с.

4. Будова і реакційна здатність органічних сполук / Ганущак М. І., Кириченко В. І., Клим М. І. та ін. – К. : НМК ВО, 1882. – 216 с.

5. Курта С. А. Будова речовини : навчально-методичний посібник / Курта С. А. – Івано-Франківськ ; Калуш : ВДВ ЦІТ Прикарпат. нац. ун-ту ім. В. Стефаніка, 2007. – 162 с. – (Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір. № 25385 від 20.08.2008 р.).

6. Курта С. А. Хімія і технологія хлорорганічних сполук : монографія / С. А. Курта. – Івано-Франківськ : ВДВ ЦІТ Прикарпат. нац. ун-ту ім. В. Стефаника, 2008 р. – 262 с. – (Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір в Україні № 30576 від 08.10.2008 р.).
7. Хімія : збірник тестів для абітурієнтів, які вступають на спеціальності “Хімія” та “Агрохімія і ґрунтознавство” / Курта С. А., Лучкевич Є. Р., Матківський М. Г. та ін. – Івано-Франківськ : Плай, 2005. – 184 с.
8. Лучкевич Є.Р. Хімія ароматичних азосполук : монографія / Є.Р.Лучкевич. – Івано-Франківськ : ВДВ ЦІТ Прикарпат. нац. ун-ту ім. В. Стефаника, 2013 р. – 285 с.
9. Курта С.А. Природні вуглеводи і полісахариди. Навчальний посібник. ISBN 878-866-8868-84-3. Видав: Супрун В.П.76025, Івано-Франківськ, вул. В.Великого,12,аХТел.: (0342) 71-04-40,e-mail:prints@ukr.net, Свід. про внесення до Держреєстру від 17.10.2005р. Серія ІФ №25. – 100с.
10. Серняк І.М., Микитин І.М., Курта С.А., Ляковська М.Р., Методичні вказівки до лабораторних робіт з Органічної хімії(ароматичні вуглеводні). МОН ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника,Івано-Франківськ 2018, 118 с.
11. Курта С.А. Основи нафтохімії. Навчальний посібник. Друк: Голіней О.М..76008, Івано-Франківськ, вул. Галицька 128 Тел.: (0342) 58-04-32(+380505403064 – 183 с.( друк. арк. 11,62)Рішення Вченої Ради Факультету природничих наук ПНУ, протокол №3 від «12» грудня 2018 року. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір.№85804 від 10..02.2020р. ст.1.Рішення Мінекономіки торг. Та сільс. Госп.. України.м. Київ. 01008 вул. Грушевського 12/2.
12. Курта С.А. , Хацевич О.М. Основи квантової хімії. (навчально посібник) . Рішення Вченої Ради Факультету природничих наук ПНУ, протокол № 2 від «22» лютого 2018 року р.-235с. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір.№85470 від 21.01.2020р. ст.1.Рішення Мінекономіки. України м. Київ, 01008 вул. Грушевського

