

УДК 502.171:556.012:556.531

[https://doi.org/10.52058/2786-6025-2025-13\(54\)-2153-2162](https://doi.org/10.52058/2786-6025-2025-13(54)-2153-2162)

Камінський Олександр Миколайович кандидат хімічних наук, доцент, доцент кафедри хімії, Житомирський державний університет імені Івана Франка, м. Житомир, <https://orcid.org/0000-0003-1971-8437>

ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ПРИРОДНИХ ТА ПИТНИХ ВОДОЙМ

Анотація. Вода – це один із важливих чинників, які сприяли створенню життя на нашій планеті. Проблема якості питної води в останні десятиліття перетворилася на глобальну проблему людства, оскільки водойми досить легко піддаються забрудненню різноманітними речовинами, серед яких: іони важких металів, барвники, продукти синтезу фармацевтичної промисловості, нафто-переробної, гірничо-збагачувальної та інших сучасних галузей. Також не меншою проблемою є потрапляння побутових відходів у стічні води. Тому контроль фізико-хімічних показників якості вод залишається актуальною проблемою на сьогодні.

У даній роботі досліджено фізико-хімічні показники якості зразків природних та питних водойм, серед яких: мутність, рН та електропровідність води набором портативних тест-методів.

Встановлено, що обрані зразки води, а саме: зразок № 1 – вода з-під крану м. Житомир; зразок № 2 – дощова вода, зібрана у жовтні 2025 року м. Житомир; зразок № 3 – вода з річки Тетерів м. Житомир також зібрана у жовтні 2025 року стандартним методом відбирання проб; за показником мутності не відповідають нормативам України та ЄС, що пов'язано з наявністю різноманітних твердих часток як у повітрі, так і у водоймах. Значення мутностей для зразків води знаходяться у межах 18-24 NTU. Однак, слід відмітити, що обрані зразки води були прозорими, що вказує на те, що величина мутності водойм не досягає критичного значення (понад 100 NTU), тому дану таку воду можна використовувати для побутових та промислових потреб. Показано, що за величинами мутності зразки води можна розташувати у таку залежність:

Зразок № 2 < Зразок № 1 < Зразок № 3.

Визначено, що за величиною рН всі зразки води відповідають стандартам України та ЄС та знаходяться у межах 6,4-7,7.

Показано, що значення електропровідності зразків води знаходяться у межах 13-22 mS/cm, що дещо перевищує показники стандарту ЄС, проте не є критичним для споживачів.

Встановлено, що за величинами pH та електропровідності зразки води можна розташувати у таку залежність:

Зразок № 1 < Зразок № 2 < Зразок № 3.

Ключові слова: природні водойми, показник мутності, шкала мутності (NTU), метод турбидиметрії, pH води, електропровідність води, хімія та технологія води.

Kaminskyi Oleksandr Mykolaiovych Candidate of Chemical Sciences (Ph. D.), an associate professor, an associate professor of the Chemistry department, Zhytomyr Ivan Franko State University, Zhytomyr, <https://orcid.org/0000-0003-1971-8437>

RESEARCH OF PHYSICO-CHEMICAL INDICATORS OF THE QUALITY OF NATURAL AND DRINKING WATER RESERVOIRS

Abstract. Water is one of the important factors that contributed to the creation of life on our planet. The problem of drinking water quality in recent decades has become a global problem for humanity, since water bodies are quite easily contaminated by various substances, including: heavy metal ions, dyes, synthesis products of the pharmaceutical industry, oil refining, mining and enrichment and other modern industries. Also no less a problem is the ingress of household waste into wastewater.

Therefore, the control of physicochemical indicators of water quality remains an urgent problem today.

In this work, the physicochemical indicators of the quality of samples of natural and drinking water bodies were investigated, including: turbidity, pH and electrical conductivity of water using a set of portable test methods.

It was established that the selected water samples, namely: sample No. 1 - tap water in Zhytomyr; sample No. 2 - rainwater collected in October 2025 in Zhytomyr; sample No. 3 – water from the Teteriv River in Zhytomyr was also collected in October 2025 by a standard sampling method; the turbidity indicator does not comply with the standards of Ukraine and the EU, which is due to the presence of various solid particles both in the air and in water bodies. The turbidity values for the water samples are within 18-24 NTU.

However, it should be noted that the selected water samples were transparent, which indicates that the turbidity value of the water bodies does not reach a critical value (over 100 NTU), therefore this water can be used for domestic and industrial needs.

It is shown that by turbidity values, water samples can be arranged in the following relationship:

Sample No. 2 < Sample No. 1 < Sample No. 3.

It was determined that by pH value all water samples comply with the standards of Ukraine and the EU and are within 6.4-7.7.

It is shown that the values of electrical conductivity of water samples are within 13-22 mS/cm, which slightly exceeds the EU standard, but is not critical for consumers.

It is established that according to the values of pH and electrical conductivity, water samples can be arranged in the following relationship:

Sample No. 1 < Sample No. 2 < Sample No. 3.

Keywords: natural water bodies, turbidity index, turbidity scale (NTU), turbidimetry method, water pH, water conductivity, water chemistry and technology.

Постановка проблеми.

Військові дії на території України актуалізують необхідність наукового аналізу проблеми забруднення питної води з огляду на потенційний вплив забруднювачів воєнного походження (залишків боєприпасів, військової техніки, озброєння тощо) на довкілля, ґрунти та водні об'єкти. Одним із можливих джерел такого забруднення є надходження до ґрунтів і водойм сполук Феруму, Купруму, Мангану, Кадмію та інших важких металів, що здатні впливати на показники мутності, рН, провідності та інших важливих показників водойм. Також до основних контамінантів водних екосистем також належать барвники. За даними різних літературних джерел, близько 10-15 % барвників потрапляє у стічні води в процесі фарбування [1-2].

Слід відмітити, що в країнах ЄС воду визнано головним харчовим продуктом [3], а однією з пріоритетних цілей, визначених на 2030 рік, є забезпечення загальної доступності та довготривалого гарантованого водопостачання й санітарії, що відповідає положенням шостої Цілі сталого розвитку (ЦСР) [4].

На даний час в Україні чинним є стандарт якості питної води ДСТУ 7525:2014 «Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості», у якому визначено основні нормативні показники водних забруднювачів, таких як: мутність, значення рН, електропровідність, твердість води та інші параметри [5].

Ось тому дослідження фізико-хімічних показників якості природних та питних вод залишається актуальним завданням сьогодення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Дослідження мутності (каламутності) води та визначення концентрації зважених осадів є ключовими параметрами, що свідчать про якість води, і відіграють ключову роль в оцінці стану водних екосистем та ефективності процесів очищення води. Тому важливо мати можливість швидко та точно

вимірювати якість води економічно ефективним способом, використовуючи, наприклад, мутномір. Як зазначають автори [6], мутноміри зазвичай використовують різні кути освітлення для вимірювання розсіювання та пропускання світла через зразок та перетворюють ці показники на вимірювання, засноване на стандартній нефелометричній одиниці каламутності (NTU). Традиційні мутноміри мають високу чутливість та специфічність, але вони не є портативними в польових умовах та потребують електроенергії для роботи в польових умовах. Тому авторами [6] розроблено портативний та економічно ефективний мутномір на базі смартфона. Цей мобільний мутномір містить оптико-механічну насадку, підключену до задньої камери смартфона, яка містить два білі світлодіоди для освітлення зразка води, оптичні волокна для передачі світла, зібраного зі зразка, до камери, зовнішню лінзу для формування зображення та розсіювачі для рівномірного освітлення зразка. Включаючи смартфон, цей економічно ефективний пристрій важить лише ~350 г. У конструкції мобільного мутноміра ми поєднали два підходи до освітлення: пропускання, за якого оптичні волокна розміщувалися безпосередньо під кюветою зі зразком під кутом 180° відносно джерела світла, та нефелометрію, за якої оптичні волокна розміщувалися з боків кювети зі зразком під кутом 90° відносно джерела світла.

У оглядовій статті авторами [7] детально розглянуто різні методи та інструменти, що використовуються для *in situ* та *in-line* застосувань. Дослідження оптичних методів дослідження якості води є центральним, оскільки розглянуто їх широке використання та сучасні проблеми в рамках стандартних методів, комерційних приладів та наукових досліджень. Також охарактеризовано альтернативні методи, такі як: акустичні та ємнісні методи, тонкощі калібрування та практичні міркування. Крім того, у статті ретельно розглянуто зростаючу важливість обробки супутникових та аерофотознімків як додаткового інструменту для моніторингу каламутності, підкреслюючи її потенціал для надання комплексного розуміння у більших масштабах. В огляді наголошується на ключових досягненнях та проблемах найсучасніших технологій, надаючи всебічний огляд сучасного стану галузі та її перспектив.

Також серед серйозних проблем дослідження мутності води є проблема невідповідності даних про каламутність. Так, авторами [8] переосмислено фізику розсіювання світла у воді та виявлено, наскільки невідповідними є дані про каламутність. Висловлено припущення, що причиною цієї невідповідності є той факт, що прийняті стандарти каламутності USEPA Method 180.1, ISO 7027 та GLI Method 2 є взаємно несумісними, оскільки ці стандарти призводять до появи великої кількості одиниць вимірювання, які базуються не на оптичних властивостях поглинання та розсіювання світла суспензіями у воді, а на довільному визначенні ступеня каламутності, що зумовлений концентрацією

формазину або іншого подібного калібрувального стандарту на основі полімерів. Також не менш важливими у дослідженні якості води є визначення рН води. Так, наприклад лужна вода допомагає організму очищатися від токсинів, тим самим покращуючи метаболізм, проте більшість хвороб, недуг та шкідливих бактерій процвітають у надмірно кислому середовищі. Крім того, кисла вода опосередковано сприяє металевому або кислому присмаку питної води та містить велику кількість іонів важких металів [9].

Аналіз літературних джерел вказує на те, що дослідження різноманітних параметрів якості води є актуальним.

Мета статті – провести порівняльний аналіз фізико-хімічних показників якості (мутність, рН, електропровідність) зразків природної та питної води та порівняти одержані параметри з нормативною базою України та ЄС.

Виклад основного матеріалу. З метою здійснення порівняльного аналізу фізико-хімічних показників якості природної та питної води таких як: мутність, рН та електропровідність води у якості об'єктів дослідження обрано три зразки води: зразок № 1 – вода з-під крану м. Житомир (вул. Університетська, 42 корпус природничого факультету Житомирського університету імені Івана Франка); зразок № 2 – дощова вода, зібрана у жовтні 2025 року (м. Житомир, внутрішній дворик природничого факультету Житомирського державного університету імені Івана Франка); зразок № 3 – вода з річки Тетерів м. Житомир також зібрана у жовтні 2025 року стандартним методом відбирання проб.

Для дослідження мутності води використовували портативний турбидиметр TN500 TURBIDITY виробництва APERA INSTRUMENTS CO, LTD з лампою-випромінювачем (400-600 нм). У якості калібрувальних розчинів використовували стандартні розчини формазоліну з величиною мутності 0, 20, 100, 400 та 800 NTU (вітчизняний еквівалент концентрації, мг/л). Об'єм калібрувального та досліджуваного розчину, які поміщали у круглу скляну кювету становив 18 мл. Зразки досліджуваної води, об'ємом 18 мл кожна (відміряли мірною піпеткою) поміщали у круглу кювету та вимірювали величину мутності з повторним вимірюванням проб 10 (для встановлення величини мінімальної та максимальної мутності).

Відповідно до Гігієнічних вимог до води питної, призначеної для споживання людиною [10], норма каламутності (мутності) питної води не повинна перевищувати 3,5-5 NTU, а згідно з Директивою ЄС [3] мутність води не повинна бути більшою за величину в 1 NTU. Для рН-метричних досліджень роботі використано портативний потенціометр (рН-тестер) виробництва Milwaukee EC/pH/Temp WP. У склянку на 50 мл наливали 30 мл досліджуваної проби води, занурювали рН-тестер та вимірювали значення показника іонів Гідрогену. Відповідно до вже зазначених стандартів України та ЄС нормальною вважається вода зі значенням рН у межах 6,5-8,5.

Для дослідження показників електричної провідності води використано портативний кондуктометр ЕС60 (ЕС-тестер) виробництва Milwaukee Європа.

Електропровідність вимірювали аналогічно рН-метрії.

Слід відмітити, що відповідно до нормативів України електропровідність не регламентована числом, проте для країн ЄС норма електропровідності води допускається до 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ або 2,5 mS/cm .

На рис. 1 показано діаграму залежності величини мутності води (зразка № 1) обраної води від кількості паралельних вимірювань.

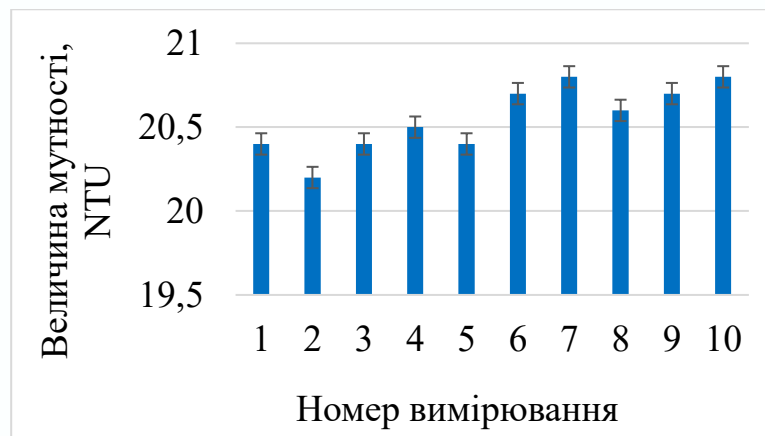


Рис. 1. Діаграма залежності величини мутності води (зразка № 1) обраної води від кількості паралельних вимірювань

Встановлено, що мінімальна величина мутності зразку № 1 становить 20,4 NTU, а максимальна 20,8 NTU, що перевищує нормативний показник приблизно у чотири рази.

На рис. 2 показано діаграму залежності величини мутності води (зразка № 2) обраної води від кількості паралельних вимірювань.

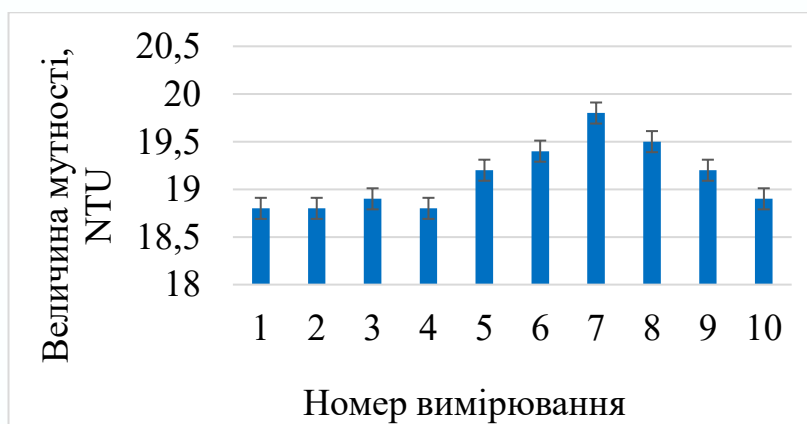


Рис. 2. Діаграма залежності величини мутності води (зразка № 2) обраної води від кількості паралельних вимірювань

Як можна помітити з рис.2, мінімальна величина мутності зразку № 2 становить 18,8 NTU, а максимальна – 19,8 NTU, що вказує на те, що повітря також містить значну частину твердих домішок, які під час утворення дощу потрапляють до води. Слід відмітити, що відхилення від норми у показнику мутності у даному випадку менші, за показники води зразка № 1.

На рис. 3 показано діаграму залежності величини мутності води (зразка № 3) обраної води від кількості паралельних вимірювань.

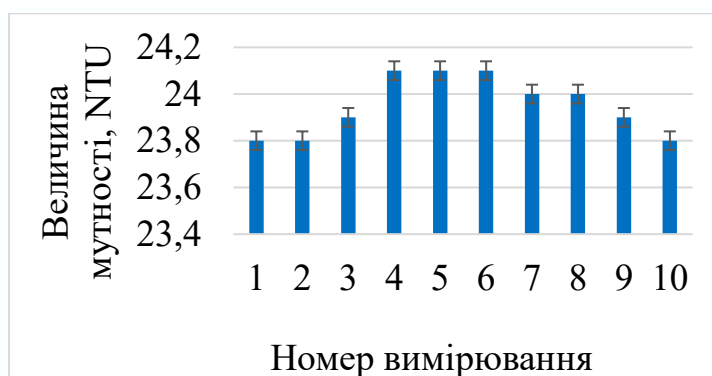


Рис. 3. Діаграма залежності величини мутності води (зразка № 2) обраної води від кількості паралельних вимірювань

Встановлено, що зразок води № 3 також перевищує показник мутності відносно стандартів України та ЄС майже у п'ять разів. Величина мутності знаходиться у діапазоні 23,8-24,1 NTU. Ймовірно найбільшу величину мутності річкової води (зразок № 3) можна пояснити течією річки з одного боку, а з іншого – можливістю річки омивати дно водойми, що призводить до підвищення мутності. За величинами мутності зразки води можна розташувати у таку залежність:

Зразок № 2 < Зразок № 1 < Зразок № 3.

Однак, слід відмітити, що всі три зразки води візуально були прозорими, що вказує на те, що величина мутності не досягає значних критичних показників. На рис 4 зображена діаграма залежності рН води від зразка проби.

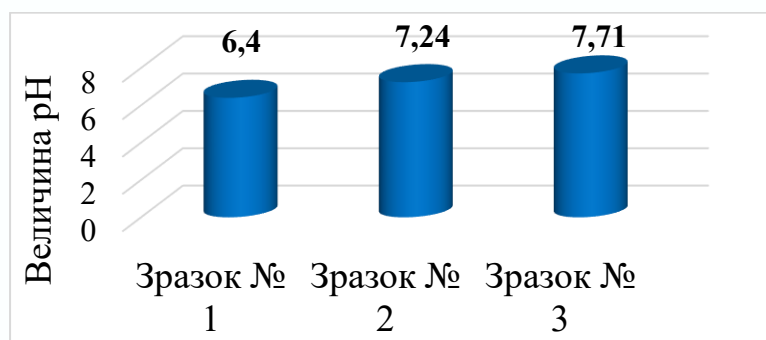


Рис. 4. Діаграма залежності рН води від зразка проби

Встановлено, що рН всіх зразків води відповідає значенню показників, відповідно до стандартів України та ЄС.

На рис 5 зображена діаграма залежності електропровідності води від зразка проби.

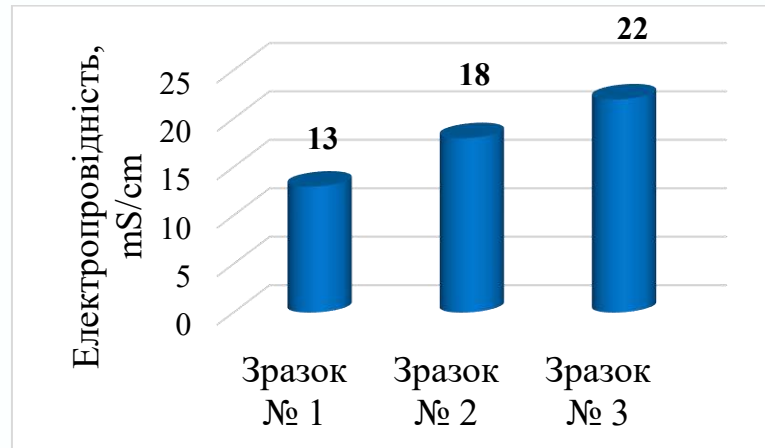


Рис. 5. Діаграма залежності електропровідності води від зразка проби

На основі одержаних даних можна побачити, що величини електропровідності усіх трьох проб води перевищують нормативний показник ЄС у декілька разів. Хоча слід зауважити, що нормативи України суворо не регламентують даний показник.

Встановлено, що за величинами рН та електропровідності зразки води можна розташувати у таку залежність:

Зразок № 1 < Зразок № 2 < Зразок № 3.

Висновки. У даній роботі досліджено фізико-хімічні показники якості зразків природних та питних водойм, серед яких: мутність, рН та електропровідність води набором портативних тест-методів.

Встановлено, що обрані зразки води, а саме: зразок № 1 – вода з-під крану м. Житомир (вул. Університетська, 42 корпус природничого факультету Житомирського університету імені Івана Франка); зразок № 2 – дощова вода, зібрана у жовтні 2025 року (м. Житомир, внутрішній дворик природничого факультету Житомирського державного університету імені Івана Франка); зразок № 3 – вода з річки Тетерів м. Житомир також зібрана у жовтні 2025 року стандартним методом відбирання проб; за показником мутності не відповідають нормативам України та ЄС, що пов'язано з наявністю різноманітних твердих часток як у повітрі, так і у водоймах. Значення мутностей для зразків води знаходяться у межах 18-24 NTU.

Показано, що за величинами мутності зразки води можна розташувати у таку залежність:

Зразок № 2 < Зразок № 1 < Зразок № 3.

Визначено, що за величиною рН всі зразки води відповідають стандартам України та ЄС та знаходяться у межах 6,4-7,7.

Показано, що значення електропровідності зразків води знаходяться у межах 13-22 mS/cm, що дещо перевищує показники стандарту ЄС, проте не є критичним для споживачів. Встановлено, що за величинами рН та електропровідності зразки води можна розташувати у таку залежність:

Зразок № 1 < Зразок № 2 < Зразок № 3.

Література:

1. Kant R. Adsorption of Dye Eosin from an Aqueous Solution on two Different Samples of Activated Carbon by Static Batch Method. *Journal of Water Resource and Protection*. 2012. Vol. 04. <https://doi.org/10.4236/jwarp.2012.42011>
2. Tichapondwa S. M., Newman J. P., Kubheka O. Effect of TiO₂ phase on the photocatalytic degradation of methylene blue dye. *Physics and Chemistry of the Earth*. 2020. Vol. 118. <https://doi.org/10.1016/j.pce.2020.102900>
3. Directive (EU) 2020/2184 of the European Parliament and of the Council of 16 December 2020 on the quality of water intended for human consumption. Режим доступу до ресурсу: <https://www.legislation.gov.uk/eudr/2020/2184>
4. Ahmad N., Kameda T., Rahman M. T., Rahman F., Lesbani A. Preparation of a new hybrid MgAlLDH@Magnetite activated charcoal by hydrothermal method for stability and adsorption mechanism of congo red. *Results in Surfaces and Interfaces*. 2025. Vol. 18. 100440. <https://doi.org/10.1016/j.rsurfi.2025.100440>
5. ВОДА ПИТНА Вимоги та методи контролювання якості ДСТУ 7525:2014 Видання офіційне. Режим доступу до ресурсу: https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/1-10672-dstu_voda_pytna.pdf
6. Hatice K., Simran R., Esin G., et al. Smartphone-based turbidity reader. *Scientific Reports*. 2019. Vol. 9. 19901. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-56474-z>
7. Matos T., Martins M. S., Henriques R., Goncalves L. M. A review of methods and instruments to monitor turbidity and suspended sediment concentration. *Journal of Water Process Engineering*. 2024. Vol. 64. 105624. <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2024.105624>
8. Kitchener B. G., Wainwright J., Parsons A. J. A review of the principles of turbidity measurement. *Progress in Physical Geography: Earth and Environment*. 2017. Vol. 41(5). P. 620-642. <https://doi.org/10.1177/0309133317726540>
9. Arhin E., Osei D. J., Anima P., et al. The pH of Drinking Water and Its Human Health Implications: A Case of Surrounding Communities in the Dormaa Central Municipality of Ghana. *Journal Healthcare Treatment Development*. 2023. Vol. 4(1). P. 15-26. <https://doi.org/10.55529/jhtd.41.15.26>
10. ДСанПіН 2.2.4-171-10 Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною. [Назва з екрану]. Режим доступу до ресурсу: <https://ecosoft.ua/ua/blog/trebovaniya-k-kachestvu-pitevoy-vody/>

References:

1. Kant R. (2012). Adsorption of Dye Eosin from an Aqueous Solution on two Different Samples of Activated Carbon by Static Batch Method. *Journal of Water Resource and Protection*, 04. <https://doi.org/10.4236/jwarp.2012.42011>

2. Tichapondwa S. M., Newman J. P., Kubheka O. (2020). Effect of TiO_2 phase on the photocatalytic degradation of methylene blue dye. *Physics and Chemistry of the Earth*, 118. <https://doi.org/10.1016/j.pce.2020.102900>

3. Directive (EU) 2020/2184 of the European Parliament and of the Council of 16 December 2020 on the quality of water intended for human consumption. URL: <https://www.legislation.gov.uk/eudr/2020/2184>

4. Ahmad N., Kameda T., Rahman M. T., Rahman F., Lesbani A. (2025). Preparation of a new hybrid $\text{MgAlLDH}@\text{Magnetite}$ activated charcoal by hydrothermal method for stability and adsorption mechanism of congo red. *Results in Surfaces and Interfaces*, 18, 100440. <https://doi.org/10.1016/j.rsurfi.2025.100440>

5. VODA PYTNA Vymohy ta metody kontrolyuvannya yakosti [DRINKING WATER Requirements and quality control methods] (2014). *DSTU 7525:2014 Vydannya ofitsiynе [DSTU 7525:2014 Official edition]*. Kyiv: URL: https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/1-10672-dstu_voda_pytna.pdf [in Ukrainian].

6. Hatice K., Simran R., Esin G., et al. (2019). Smartphone-based turbidity reader. *Scientific Reports*, 9, 19901. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-56474-z>

7. Matos T., Martins M. S., Henriques R., Goncalves L. M. (2024). A review of methods and instruments to monitor turbidity and suspended sediment concentration. *Journal of Water Process Engineering*, 64, 105624. <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2024.105624>

8. Kitchener B. G., Wainwright J., Parsons A. J. (2017). A review of the principles of turbidity measurement. *Progress in Physical Geography: Earth and Environment*, 41(5), 620-642. <https://doi.org/10.1177/0309133317726540>

9. Arhin E., Osei D. J., Anima P., et al. (2023). The pH of Drinking Water and Its Human Health Implications: A Case of Surrounding Communities in the Dormaa Central Municipality of Ghana. *Journal Healthcare Treatment Development*, 4(1), 15-26. <https://doi.org/10.55529/jhtd.41.15.26>

10. DSanPiN 2.2.4-171-10 Hihiyenichni vymohy do vody pytnoyi, pryznachenoyi dlya spozhyvannya lyudynoyu [DSanPiN 2.2.4-171-10 Hygienic requirements for drinking water intended for human consumption] (2010). [Name from the screen]. URL: <https://ecosoft.ua/ua/blog/trebovaniya-k-kachestvu-pitevoy-vody/> [in Ukrainian].