

УДК 378:616-074/-078]:[37.016:615.9]
DOI: 10.36550/2415-7988-2025-1-220-27-33

ЗАБЛОЦЬКА Ольга –

доктор педагогічних наук, професор,
завідувач кафедри технологій медичної діагностики,
реабілітації та здоров'я людини
Житомирського медичного інституту
Житомирської обласної ради
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0850-5754>
e-mail: olgazabl55@gmail.com

НИКОЛАЄВА Ірина –

кандидат педагогічних наук, доцент,
доцент кафедри технологій медичної діагностики,
реабілітації та здоров'я людини
Житомирського медичного інституту
Житомирської обласної ради
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6866-7587>
e-mail: irinaniknik5@gmail.com

МІСЦЕ ОСВІТНЬОГО КОМПОНЕНТУ «ОСНОВИ ТОКСИКОЛОГІЇ» У ПІДГОТОВЦІ БАКАЛАВРІВ ТЕХНОЛОГІЙ МЕДИЧНОЇ ДІАГНОСТИКИ ТА ЛІКУВАННЯ

У статті обґрунтовано значущість вивчення освітнього компоненту «Основи токсикології» для формування загальних і спеціальних компетентностей, програмних результатів навчання, професійно-орієнтованих знань та вмінь здобувачів вищої освіти зі спеціальності 16 Технології медичної діагностики та лікування освітнього ступеня бакалавр, необхідних для їхньої ефективної діяльності на посаді лаборанта токсикологічних відділень судово-медичних лабораторій.

Відібрано перелік загальних та спеціальних компетентностей і програмних результатів навчання здобувачів вищої освіти за даною спеціальністю, які формуватимуться в освітньому компоненті «Основи токсикології». Доведено необхідність внесення у відповідний Стандарт вищої освіти додаткового програмного результату навчання «Виконувати токсикологічні дослідження та верифікувати їх результати».

Розподілено обсяг (4 кредити/120 годин) та зміст освітнього компоненту «Основи токсикології». Визначено два модулі – Модуль I. Токсикологічна хімія (аналітична токсикологія) та Модуль II. Фармацевтична, виробнича, екологічна, харчова та військова токсикологія. Запропоновано до вивчення 14 лекцій (28 годин), 15 лабораторних занять (30 годин), 60 годин самостійної роботи здобувачів освіти та залік (2 години). Протягом навчання студенти ознайомляться з класифікацією токсинів (промислових, сільськогосподарських, екологічних, фармацевтичних, харчових та військових), їх антидотами, правилами техніки безпеки при роботі з токсинами, особливостями пробопідготовки та безпосереднього проведення якісних та кількісних досліджень.

Встановлено, що освітній компонент «Основи токсикології» має тісні міждисциплінарні зв'язки з іншими освітніми компонентами – «Техніка лабораторних робіт», «Медична хімія», «Аналітична хімія», «Анатомія людини», «Фармакологія та медична рецептура», «Гістологія, цитологія та ембріологія», «Клінічна лабораторна діагностика», «Біологічна та клінічна хімія», «Гігієна з гігієнічною експертизою».

Відібрано найефективніші для формування результатів навчання здобувачів освіти з основ токсикології практично-орієнтовані методи навчання та оцінювання (робота з кейсами, розв'язування ситуаційних експериментальних задач, тестів, використання сучасних інформаційних технологій, практично-орієнтоване та симуляційне навчання). Наведено приклади авторських кейсів, ситуаційних експериментальних задач із хімічним експериментом, тестових завдань. Надано, як приклад, покрокову інструкцію проведення лабораторного заняття з визначення карбоксигемоглобіну на базі токсикологічного відділення судово-медичної лабораторії.

Ключові слова: основи токсикології, освітній компонент, компетентності та програмні результати навчання здобувачів, бакалаври технологій медичної діагностики та лікування, практично-орієнтовані методи навчання.

ZABLOTSKA Olha –

Doctor of Philosophy (PhD) in Pedagogical Sciences, Professor,
head of the Department of Technology
of Medical Diagnosis, Rehabilitation and Human Health,
Zhytomyr Medical Institute of Zhytomyr Regional Council
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0850-5754>
e-mail: olgazabl55@gmail.com

NIKOLAIEVA Iryna –

candidate of pedagogical sciences, Docent,
Docent of the Department of Technology
of Medical Diagnosis, Rehabilitation and Human Health,
Zhytomyr Medical Institute of Zhytomyr Regional Council
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6866-7587>
e-mail: irinaniknik5@gmail.com

THE PLACE OF THE EDUCATIONAL COMPONENT "FUNDAMENTALS OF TOXICOLOGY" IN THE TRAINING OF BACHELOR OF TECHNOLOGY OF MEDICAL DIAGNOSTICS AND TREATMENT

The article substantiates the significance of studying the educational component "Fundamentals of Toxicology" for the formation of general and special competencies, program learning outcomes, professionally oriented knowledge and skills of higher education seekers in the specialty 16 Technology of Medical Diagnostics and Treatment of a bachelor's degree, necessary for their effective work as a laboratory assistant in toxicology departments of forensic laboratories.

A list of general and special competencies and program learning outcomes for higher education seekers in this specialty has been selected, which will be formed in the educational component "Fundamentals of Toxicology". The need to include an additional program learning outcome "Perform toxicological studies and verify their results" in the relevant Higher Education Standard has been proven.

The educational component "Fundamentals of Toxicology" is designed for 4 credits/120 hours. It consists of two modules: Module I. Toxicological Chemistry (Analytical Toxicology) and Module II. Pharmaceutical, Industrial, Environmental, Food and Military Toxicology; both modules include 28 hours of lectures, 30 hours of laboratory classes, 60 hours of independent work of students and 2 hours of assessment. While studying the corresponding educational component, students will get acquainted with the classification of toxins (industrial, agricultural, environmental, pharmaceutical, food and military), antidotes, safety rules when working with toxins, features of sample preparation and direct conduct of qualitative and quantitative research.

It has been established that the educational component "Fundamentals of Toxicology" has close interdisciplinary connections with other educational components, namely: "Laboratory Techniques", "Medical Chemistry", "Analytical Chemistry", "Human Anatomy", "Pharmacology and Medical Formulation", "Histology, Cytology and Embryology", "Clinical Laboratory Diagnostics", "Biological and Clinical Chemistry", "Hygiene with Hygienic Expertise".

The most effective practically oriented methods of teaching and assessing students for studying the basics of toxicology have been selected (case-study, solving situational experimental problems, undergoing tests, using modern information technologies, practically-oriented and simulation training). Examples of author's cases, situational experimental problem solving (which includes a chemical experiment), tests and assessment papers are analyzed. Step-by-step instructions for conducting a laboratory lesson on the determination of carboxyhemoglobin based on the toxicology department of a forensic laboratory are provided.

Key words: fundamentals of toxicology, educational component, competencies and learning outcomes of higher education seekers, bachelors of medical diagnostics and treatment technology, practically oriented teaching methods.

Постановка та обґрунтування актуальності проблеми. Підготовка фахівців у галузі І Охорона здоров'я та соціальне забезпечення, спеціальності І6 Технології медичної діагностики та лікування (за спеціалізаціями) (до 2024 року – 224), першого (бакалаврського) рівня вищої освіти здійснюється в Україні згідно зі Стандартом вищої освіти (2018 року) [7], який націлює здобувачів освіти на оволодіння методами лабораторного дослідження, формування професійних вмінь проводити різноманітні тести біологічного матеріалу людини з використанням сучасного лабораторного обладнання та здійснювати інтерпретацію результатів проведених аналізів.

Відповідно до Національного класифікатора України. Класифікатора професій: ДК 003-2010 [6] майбутні бакалаври технологій медичної діагностики та лікування можуть займати первинні посади старшого лаборанта (медицина) та лаборантів різних медичних лабораторій, у тому числі – судово-медичних.

Пріоритетне місце серед досліджень біологічного матеріалу людини в судово-медичних лабораторіях судово-експертних закладів України (бюро судово-медичної експертизи, експертно-криміналістичних центрів, наркологічних диспансерів та ін.) посідають токсикологічні дослідження. Виконання даних аналізів входить у посадові обов'язки лаборантів судово-медичних лабораторій, які у своїй практичній діяльності керуються Правилами проведення судово-медичних експертиз (досліджень) у відділеннях судово-медичної токсикології бюро судово-медичної експертизи [5].

Водночас, у переліку результатів навчання бакалаврів технологій медичної діагностики та лікування, визначених відповідним Стандартом вищої освіти [7], відсутні спеціальні компетентності та програмні результати навчання, які спрямовували б підготовку даних фахівців у

визначеному напрямі. Також у більшості освітніх програм закладів вищої освіти, котрі здійснюють підготовку бакалаврів зі спеціальності І6, немає освітнього компоненту, який формуватиме у здобувачів освіти необхідні професійні знання та практичні навички з токсикологічних досліджень. Зважаючи на це, актуальним у процесі підготовки здобувачів вищої освіти зі спеціальності І6 є вивчення ними освітнього компоненту «Основи токсикології» та внесення у перелік програмних результатів навчання Стандарту вищої освіти [7] відповідного програмного результату, а саме: «Виконувати токсикологічні дослідження та верифікувати їх результати».

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Значення судово-медичної токсикології для встановлення хімічних причин смертності серед населення з метою притягнення винних у скоєнні злочинів до кримінальної відповідальності описано у публікаціях Т. Fokunang, Т. Mayoudom, V. Edwige, M. Grace, P. Isaac, D. Okpuno, E. Ubuara, O. Conscience, B. Ehigior, Z. Igweze, Z. Roger, V. Ngo, C. Fokunang [9] та ін.

Підходи та вимоги до скринінгу, ідентифікації та кількісного визначення токсинів у біологічних зразках людини, в тому числі – у посмертній токсикології, вивчено Okh. Drummer, H. Maurer, T. Rosano, M. Wood, T. Swift [10-12] та ін.

Загальним питанням токсикологічної освіти в Україні та за її межами присвячено роботи В. Антоновича, Д. Большого [1], А. Барчовського [2], Н. Курдил [4, 13], S. Gurmukh, V. Frederick, J. Wienczek [8] та ін.

Особливості професійної спрямованості викладання дисципліни «Судова та токсикологічна хімія» у підготовці фахівців спеціальності «Фармація» висвітлили Н. Горлачук, Н. Зарівна, Л. Мосул [3].

Питання щодо значущості освітнього компоненту «Основи токсикології» для підготовки бакалаврів технологій медичної діагностики та лікування наразі знаходяться поза увагою науковців.

Мета статті – визначити значення освітнього компоненту «Основи токсикології» та розкрити методичні аспекти його вивчення бакалаврами технологій медичної діагностики та лікування (з досвіду Житомирського медичного інституту Житомирської обласної ради).

Виклад основного матеріалу дослідження. Вивчення освітнього компоненту «Основи токсикології» освітньо-професійної програми «Технології медичної діагностики та лікування» Житомирського медичного інституту Житомирської обласної ради розраховане на 4 кредити (120 годин) (табл. 1).

Таблиця 1

Обсяг освітнього компоненту «Основи токсикології»

Форми організації освітнього процесу	Кількість годин
Лекції	28
Лабораторні заняття	30
Самостійна робота	60
Контрольні заходи (залік)	2

Освітній компонент «Основи токсикології» інтегрується з такими освітніми компонентами освітньої програми «Технології медичної діагностики та лікування», як: «Техніка лабораторних робіт», «Медична хімія», «Аналітична хімія», «Анатомія людини», «Фармакологія та медична рецептура», «Гістологія, цитологія та ембріологія», а також закладає фундамент для подальшого засвоєння студентами знань та умінь з освітніх компонентів циклу професійної і практичної підготовки – «Клінічна лабораторна діагностика», «Біологічна та клінічна хімія», «Гігієна з гігієнічною експертизою».

Згідно з вимогами Стандарту вищої освіти та освітньої програми «Технології медичної діагностики та лікування» даний освітній компонент забезпечує набуття здобувачами освіти таких компетентностей та програмних результатів навчання [7]:

Загальних компетентностей:

ЗК 4. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК 5. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК 6. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК 7. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК 8. Навики здійснення безпечної діяльності.

ЗК 9. Здатність до пошуку, обробленню та аналізу інформації із різних джерел.

Спеціальних компетентностей:

СК01. Здатність здійснювати безпечну професійну практичну діяльність згідно з існуючими протоколами, рекомендаціями щодо безпеки та діючим законодавством.

СК02. Здатність здійснювати збір та верифікацію даних, прийом та обробку зразків згідно з протоколами.

СК03. Здатність проводити аналіз зразків та здійснювати валідацію результатів згідно з існуючими протоколами.

СК04. Здатність застосовувати сучасні методи та технології дослідження тканин та зразків різного походження у лабораторіях різного профілю та розуміння принципів дії цих методів.

СК05. Здатність інтерпретувати результати на основі наукового знання, розуміючи взаємозв'язок між результатами аналізу, діагнозом, клінічною інформацією та лікуванням, та представляти і повідомляти результати належним чином та документувати конфіденційні дані.

Результатів навчання:

ПРН 1. Проводити підготовку оснащення робочого місця та особисту підготовку до проведення лабораторних досліджень, з дотриманням норм безпеки та персонального захисту, забезпечувати підготовку до дослідження зразків різного походження та їх зберігання.

ПРН 2. Визначати якісний та кількісний склад речовин та їх сумішей.

ПРН 13. Виконувати кількісні та якісні біохімічні дослідження, інтерпретувати їх результати.

ПРН 24. Виконувати токсикологічні дослідження та інтерпретувати їх результати (введений додатково закладом вищої освіти).

Метою вивчення освітнього компоненту «Основи токсикології» є формування у здобувачів освіти компетентностей та програмних результатів навчання, у тому числі – системних знань та практичних навичок із токсикологічної хімії, фармацевтичної, виробничої, екологічної, харчової та військової токсикології.

В коло завдань освітнього компоненту «Основи токсикології» входить:

- формування у здобувачів освіти системних знань про класифікацію токсичних агентів, шляхів їх надходження в організм людини, організацію судово-медичної та судово-хімічної експертизи, методи токсикологічної хімії (аналітичної токсикології), об'єкти дослідження фармацевтичної, виробничої, екологічної, харчової та військової токсикології;

- формування умінь проводити дослідження з визначення токсичних сполук у біологічному матеріалі людини, об'єктах довкілля та харчових продуктах.

Тематика лекцій освітнього компоненту «Основи токсикології», лабораторних занять та самостійної роботи здобувачів освіти наведена в табл. 2-4:

Таблиця 2

Тематика лекцій

Модуль I. Токсикологічна хімія (аналітична токсикологія)	Кількість годин
1. Вступ до токсикології	2
2. Аналітична токсикологія. Організація судово-медичної та судово-хімічної експертизи	2
3. Хіміко-токсикологічний аналіз спо-	2

лук важких металів	
4-5. Хіміко-токсикологічний аналіз летких сполук	4
6. Хіміко-токсикологічний аналіз неорганічних кислот, основ і солей	2
7. Хіміко-токсикологічна діагностика отруєнь токсичними газами	2
Модуль II. Фармацевтична, виробнича, екологічна, харчова та військова токсикологія	
8. Хіміко-токсикологічний аналіз лікарських речовин	2
9. Токсикологія отрутохімікатів	2
10. Екологічна токсикологія	2
11-12. Харчова токсикологія	4
13-14. Військова токсикологія	4

Таблиця 3

Тематика лабораторних занять

Модуль I. Токсикологічна хімія (аналітична токсикологія)	Кількість годин
1. Токсичні речовини: класифікація, отруєння, детоксикація	2
2. Організація хіміко-токсикологічних досліджень (екскурсія в обласне бюро судово-медичної експертизи)	2
3. Визначення наявності та концентрації важких металів у модельних розчинах (Купруму, Барію, Цинку, Плюмбуму, Аргентуму)	2
4. Виявлення токсичних летких сполук	2
5. Визначення наявності та концентрації етиленгліколю та інших спиртів у біологічних рідинах людини	2
6. Токсикологія кислот, лугів і солей. Виявлення вмісту ацетатної кислоти в модельному розчині	2
7. Визначення наявності та концентрації карбоксигемоглобіну в біологічних рідинах людини	2
8. Підсумковий модульний контроль 1	2
Модуль II. Фармацевтична, виробнича, екологічна, харчова та військова токсикологія	
9. Визначення наявності та концентрації наркотичних речовин у біологічних рідинах людини	2
10. Визначення наявності пестицидів у біологічному матеріалі людини методом тонкошарової хроматографії	2
11. Екотоксиканти. Санітарно-гігієнічні показники безпечності та якості питної води, їх визначення	2
12. Потенціометричне визначення нітратів у продуктах рослинництва	2
13. Визначення наявності гідроген пероксиду в молоці	2
14. Визначення наявності та концентрації фосфору в біологічних рідинах людини	2

15. Підсумковий модульний контроль 2	2
16. Залік	2

Таблиця 4

Тематика самостійної роботи

Модуль I. Токсикологічна хімія (аналітична токсикологія)	Кількість годин
1. Історія виникнення та становлення токсикології	5
2. Хіміко-токсикологічний аналіз: визначення, напрямки та методологія	5
3. Аналіз мінералізату на вміст важких металів. Профілактика отруєнь важкими металами	5
4. Токсикологія етиленгліколю	5
5. Токсикологія тетраетилсвинцю	5
6. Токсикологія нітритів та нітратів	5
Модуль II. Фармацевтична, виробнича, екологічна, харчова та військова токсикологія	
7. ТШХ-скринінг ліків	5
8. Токсиканти в будівництві та споживчих товарах	5
9. Радіоактивність. Види радіоактивного випромінювання. Кількісні характеристики радіоактивності	5
10. Дія радіоактивного випромінювання на живі організми	5
11. Токсиканти в напоях	5
12. Історична довідка про розроблення та застосування хімічної зброї	5

Як видно з таблиць 2-4, протягом навчання студенти ознайомлюються з класифікацією токсинів (промислових, сільськогосподарських, екологічних, фармацевтичних, харчових та військових), їх антидотами, правилами техніки безпеки при роботі з токсичними сполуками, особливостями пробопідготовки та безпосереднього проведення якісних і кількісних досліджень.

На лекційних заняттях майбутні бакалаври здобувають теоретичні знання з основ токсикології. Формування компетентностей здобувачів освіти в межах кожної лабораторної роботи розпочинається із визначення значущості її змісту для ефективної професійної діяльності в судово-медичних лабораторіях та ознайомлення з переліком програмних результатів навчання. Такий підхід створює підґрунтя для усвідомленої та активної участі здобувачів освіти у власній професійній підготовці.

Особливу зацікавленість студентів на початку вивчення освітнього компоненту «Основи токсикології» викликає екскурсія в обласне бюро судово-медичної експертизи, де вони знайомляться з організацією хіміко-токсикологічних досліджень.

Поміж методів навчання здобувачів у процесі вивчення освітнього компоненту «Основи токсикології» перевага надається активним та інтерактивним методам, серед яких: робота з кейсами, розв'язування ситуаційних експериментальних задач, використання сучасних інформаційних

технологій (мультимедійних презентацій, онлайн-обговорень, вебінарів, відеоматеріалів, матеріалів Youtube-каналу «Хімічні лайфхаки»), практично-орієнтоване та симуляційне навчання та ін.

Наприклад, під час лабораторної роботи на тему «Виявлення токсичних летких сполук» здобувачі освіти розв'язують такі ситуаційні експериментальні задачі з одночасним проведенням хімічного експерименту:

Ситуаційна експериментальна задача 1. Які зміни забарвлення «мідної» паперової смужки, обробленої лужним розчином купрум (II) сульфату, спостерігатиме лаборант при гнитісних змінах біологічного матеріалу з виділенням NH_3 : А) біле; Б) зелене; В) синє; Г) червоне.

Хімічний експеримент: Фільтрувальний папір обробіть лужним розчином купрум (II) сульфату (CuSO_4 і NaOH). Накапайте на нього розчин аміаку (NH_4OH). Спостерігайте яскраво-синє забарвлення паперу.

Ситуаційна експериментальна задача 2: Під час попередніх досліджень щодо отруєння анальгіном та амідопірином до сечі трупа додали ферум (III) хлорид (FeCl_3). Сеча при наявності ацетону матиме колір: А) червоно-коричневий; Б) зелений; В) синій; Г) білий.

Хімічний експеримент: Таблетку анальгін розітріть в ступці. Пересипте у пробірку та розведіть невеликою кількістю води. Додайте кілька крапель ферум (III) хлориду (FeCl_3). Спостерігайте червоно-коричнє забарвлення розчину.

Ситуаційна експериментальна задача 3: Для аналізу сечі трупа з підозрою на отруєння саліциловою кислотою додали ферум (III) нітрат ($\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$) і нітратну кислоту (HNO_3). Якого забарвлення набуде сеча за наявності в ній саліцилової кислоти? А) червоно-коричневого; Б) зеленого; В) синьо-фіолетового; Г) пурпурного.

Хімічний експеримент: До розчину саліцилової кислоти додайте кілька крапель ферум (III) нітрату ($\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$) і нітратної кислоти (HNO_3). Спостерігайте виникнення пурпурного забарвлення.

Ситуаційна експериментальна задача 4: Який аналітичний реактив слід використати лаборанту при токсикологічному дослідженні дистилату на вміст фенолу? Який аналітичний ефект спостерігатиметься? А) аргентум нітрат з утворення кристалів аргентум ціаніду у вигляді довгих голок блакитного кольору; Б) кодеїн і сульфатну кислоту з утворенням синьо-фіолетового або червоно-фіолетового забарвлення; В) піридин при наявності луку з утворенням поліметинового барвника червоного кольору; Г) ферум (III) хлорид з утворенням фіолетового кольору розчину.

Хімічний експеримент: До 1 мл розчину фенолу додайте 2 краплі розчину ферум (III) хлориду. Спостерігайте появу фіолетового забарвлення.

Наведемо зміст деяких кейсів (реальних ситуацій), з якими лаборанти судово-медичної експертизи можуть зустрітися під час токсикологічних досліджень, на прикладі лабораторного заняття на тему «Визначення наявності та концентрації важких металів у модельних розчинах»:

Кейс 1. В токсикологічну лабораторію бюро судово-медичної експертизи доставлено біологічний матеріал трупу. При огляді матеріалу було виявлено почервоніння і набряки слизових оболонок стравоходу і шлунку, некроз тканин товстого кишківника. Проаналізуйте ситуацію. Зробіть попереднє припущення щодо виду важкого металу, який став причиною отруєння людини. Які реактиви повинен використати лаборант судово-медичної лабораторії для підтвердження даного припущення?

Кейс 2. Під час виїзду на місце події у складі слідчо-криміналістичної групи (з метою взяття крові на аналіз) лаборант судово-медичної лабораторії відчув запах часнику з рота потерпілого. Потерпілий скаржився на нудоту, блювання, сухість шкіри та тахікардію. Протягом доби потерпілий часник не вживав. Проаналізуйте ситуацію. З визначення якого важкого металу лаборант повинен почати лабораторне токсикологічне дослідження крові потерпілого?

Кейс 3. У приймальне відділення закладу охорони здоров'я було доставлено пацієнтку з блюванням, болями в суглобах, тріщинками в кутках рота, випадінням волосся на значній частині голови. Кров пацієнтки було доставлено на токсикологічне дослідження. Проаналізуйте ситуацію. Наявність якого важкого металу в крові потрібно визначати першим?

Важливим для професійної підготовки бакалаврів технологій медичної діагностики та лікування є практично-орієнтоване та симуляційне навчання. Розглянемо приклад його використання під час лабораторної роботи на тему «Визначення наявності та концентрації карбоксигемоглобіну в біологічних рідинах людини». Заняття проводиться в токсикологічному відділенні обласного бюро судово-медичної експертизи (однієї з баз практики за спеціальністю Іб).

Спочатку здобувачі освіти роблять опис об'єктів дослідження, а саме: «У ххх.2025 року до токсикологічного відділення було доставлено пеніциліновий флакон в опечатаному вигляді об'ємом 25 мл, закритий гумовою пробкою, зверху окільцьований алюмінієвим ковпачком («під обкатку»). Цілісність флакону не порушена. Поверху флакон опечатаний білим папером розміром 3×3 см з відбитком синьої мастичної печатки: «ххх міжрайонне відділення судово-медичної експертизи» та обкручений сірою ниткою. На боковій поверхні флакону приклеєна біла паперова етикетка з написом від руки синім чорнилом: «Кров трупа ххххх., розтин: хххх.2025 р.» Флакон містить 20 мл крові темно-вишневого кольору, запах без особливостей».

Далі розпочинається токсикологічне дослідження:

1. **Якісний аналіз.** Для виявлення карбоксигемоглобіну в дослідній пробі крові здобувачі освіти по чергово проводять якісні реакції з трьома різними реактивами: 30% розчином натрій гідроксиду, 40% розчином формальдегіду та 3% розчином таніну. Результати трьох означених реакцій свідчать про наявність карбоксигемоглобіну в дослідній пробі крові померлого.

2. Кількісний аналіз. Визначення масової частки карбоксигемоглобіну проводять методом спектрофотометрії з використанням 0,1% розчину натрій карбонату, натрій дитіоніту, 5М розчину натрій гідроксиду. Результати експерименту вносять в таблицю:

Контрольна кров		Досліджувана кров	
A ₅₃₂	A ₅₅₈	A ₅₃₂	A ₅₅₈
0,350	0,754	0,360	0,543
0,332	0,707	0,326	0,485

Розрахунок здійснюють за формулою: $C\% = (2,44 - A_{558} / A_{532}) \times 67$.

За результат дослідження приймають середньоарифметичні значення з двох проб. Виявлена масова частка карбоксигемоглобіну в досліджуваній крові складає 63%. Оскільки вона більша за 30%, це свідчить, що померлий отруївся чадним газом, який при сполученні з гемоглобіном крові утворює стійку сполуку карбоксигемоглобін.

Після проведення токсикологічного дослідження здобувачі освіти дають відповіді на контрольні запитання:

1. Назвіть 3 якісні реакції, за якими визначають чадний газ у крові постраждалого та вкажіть їх зовнішні ефекти.

2. Яким фізико-хімічним методом проводять кількісне визначення карбоксигемоглобіну?

3. Яка масова частка (С%) карбоксигемоглобіну вказує на отруєння людини чадним газом?

Під час оцінювання результатів навчання здобувачів освіти використовуються поточний та підсумковий види контролю, а також такі методи контролю, як спостереження за навчальною діяльністю студентів, усне та письмове опитування, у тому числі – тестовий контроль, наприклад:

1. Ідентифікувати отруєння HCN та її солями можна за: А) запахом гіркого мигдалю, вишнево-червоним кольором трупних плям, обличчя, губ, внутрішніх органів, слизової шлунка; Б) запахом часнику; В) синій кольором трупних плям; Г) немає правильної відповіді.

2. Колір крові при отруєнні чадним газом: А) темно-червоний; Б) коричневий; В) яскраво-червоний; Г) синій.

3. Для визначення отруєння Арсеном у токсикологічних лабораторіях використовують секційний матеріал: А) волосся, нігті, плоскі кістки; Б) легені; В) печінку, нирки; Г) пряму кишку.

4. Скільки грамів органів померлого беруть для проведення мінералізації: А) 50; Б) 100; В) 200; Г) 250.

5. Антидотом при отруєнні чадним газом є: А) атропін; Б) етанол; В) 1% розчин метиленового синього; Г) гідроген пероксид.

Висновки та перспективи подальших розвідок напрямку. Вивчення освітнього компоненту «Основи токсикології» є необхідним для формування загальних і спеціальних компетентностей, програмних результатів навчання, професійно-орієнтованих знань та вмінь здобувачів вищої освіти зі спеціальності І6 Технології медичної діагностики та лікування освітнього ступеня

бакалавр, які працюватимуть на посаді лаборанта токсикологічних відділень судово-медичних лабораторій. Оцінювання навчальних здобутків студентів має здійснюватися також за додатковим програмним результатом навчання, який пропонується внести у відповідний Стандарт вищої освіти, а саме: «Виконувати токсикологічні дослідження та верифікувати їх результати».

Вивчення означеного освітнього компоненту повинне охоплювати всі розділи токсикології, оскільки причиною отруєнь людини можуть стати різні види токсинів – промислові, сільсько-господарські, екологічні, фармацевтичні, харчові та військові.

Ефективність підготовки майбутніх бакалаврів технологій медичної діагностики та лікування стимулюється використанням в освітньому процесі практично-орієнтованих методів навчання та проведенням лабораторних занять безпосередньо на базі судово-медичних лабораторій.

Перспективу подальших досліджень вбачаємо у систематизації професійно-орієнтованих матеріалів з основ токсикології у відповідному збірнику та вивченні досвіду його використання в закладах вищої освіти.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Антонович В. П., Большой Д. В. Токсикологія та аналітична хімія. *Актуальні проблеми транс-портної медицини*. 2010. № 3. С. 85-91.
2. Барковский А. та ін. Освітній саміт по токсикології: будемо майбутнє токсикології через освіту. *Toxicol. Sci.* 2012. 127(2). С. 331-338.
3. Горлачук Н. В., Зарівна Н. О., Мосула Л. М. Методичні аспекти викладання токсикологічної та судової хімії вітчизняним студентам. *Медична освіта*. 2020. № 3. С. 24-28.
4. Курдил Н. Сучасність і майбутнє післядипломної підготовки фахівців у галузі клінічної токсикології в Україні. *Наука і освіта: Матеріали VI міжнародної науково-практичної конференції*. Мюнхен, 27–28 червня. 2014. Мюнхен: Vela Verlag Waldk raiburg. С. 215–219.
5. Наказ МОЗ України від 04.12.2012 № 984 «Про удосконалення системи надання токсикологічної допомоги населенню в Україні». URL: <https://ips.ligazakon.net/document/MOZ17951>
6. Національний класифікатор України. Класифікатор професій: ДК 003-2010. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va327609-10#Text>
7. Стандарт вищої освіти України: перший (бакалаврський) рівень, галузь знань 22 «Охорона здоров'я», спеціальність 224 «Технології медичної діагностики та лікування». [Чинний від 2018.12.19]. Вид. офіц. Київ. 2018. 14 с.
8. Gurmukh Singh, Frederick V. Plapp, Joe Wiencsek. Roadmap for Training and Education in Clinical Chemistry and Laboratory Medicine, 21st Century Pathology. 2023. URL: <https://www.21stcenturypathology.com/articles/roadmap-for-training-and-education-in-clinical-chemistry-and-laboratory-medicine.pdf>
9. Fokunang T. E., Mayoudom T., Edwige V., Grace M. A., Isaac P., Okpuno D., Ubuara E., Conscience O., Ehigior B. E., Igweze Z. N., Roger Z., Ngo V. and Fokunang C. N. (2022). Forensic Toxicology Concepts and Applications in Pharmaceutical Medicine. *Asian Journal of Medical Principles and Clinical Practice*. 5(2): 1-23, 2022; Article no.AJMPCP.81702
10. Drummer Ohk. Requirements for bioanalytical procedures in postmortem toxicology. *Anal Bioanal Chem*.

2007. Aug;388(7):1495-503. DOI: 10.1007/s00216-007-1238-7. Epub March 23, 2007 PMID: 17377776 Review.

11. Maurer H. H. Analytical toxicology. EXS. 2010;100:317-37. DOI: 10.1007/978-3-7643-8338-1_9. PMID: 20358688.

12. Rosano T.G., Wood M., Swift T.A. J. Postmortem screening of drugs using non-targeted and targeted technology of super-efficient liquid chromatography-mass spectrometry. Anal Toxicol. 2011. Sep.35(7):411-23. DOI: 10.1093/anatox/35.7.411.PMID: 21871149

13. Kurdil N. About necessity of adapting educational and qualification requirements for toxicology specialty in Ukraine to European standards. *Emergency medicine*. 2018. (2.89). Pp. 98–103. URL: <https://doi.org/10.22141/2224-0586.2.89.2018.126610>

REFERENCES

1. Antonovych, V. P., Bolshoi, D. V. (2010). Toksykologhiia ta analitychna khimiia [Toxicology and analytical chemistry]. Aktualni problemy transportnoi medytyny. № 3. S. 85-91. [in Ukrainian]

2. Barchovskyi, A. ta in. (2012). Osvitnii samit po toksykologii: buduemo maibutnie toksykologii cherez osvit [Toxicology Education Summit: Building the Future of Toxicology through Education. Toxicol]. Sci. 127(2). S. 331-338. [in Ukrainian]

3. Horlachuk, N. V., Zarivna, N. O., Mosula, L. M. (2020). Metodichni aspekty vykladannia toksykologichnoi ta sudovoi khimii vitchyznianym studentam [Methodological aspects of teaching toxicological and forensic chemistry to domestic students]. Medychna osvita. № 3. S. 24-28. [in Ukrainian]

4. Kurdil, N. (2014). Suchasnist i maibutnie pisladyplomnoi pidhotovky fakhivtsiv u haluzi klinichnoi toksykologii v Ukraini [The present and future of postgraduate training of specialists in the field of clinical toxicology in Ukraine]. Nauka i osvita: Materialy VI mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii, Miunkhen. 27–28 chervnia. Miunkhen: Vela Verlag Waldk raiburg. S. 215–219. [in Ukrainian]

5. Nakaz MOZ Ukrainy vid 04.12.2012 № 984 «Pro udoskonalennia systemy nadannia toksykologichnoi dopomohy naselenniu v Ukraini» [Order of the Ministry of Health of Ukraine dated 04.12.2012 No. 984 “On improving the system of providing toxicological assistance to the population in Ukraine”]. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/MOZ17951> [in Ukrainian]

6. Natsionalnyi klasyfikator Ukrainy. Klasyfikator profesii: DK 003-2010 [National Classifier of Ukraine. Classifier of Occupations: DK 003-2010]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va327609-10#Text> [in Ukrainian]

7. Standart vishchoyi osviti Ukrainy: pershiy (bakalavrskiy) riven, galuz znan 22 «Ohorona zdorov'ia», apetsialnist 224 «Tehnologiyi medichnoyi diagnostiki ta likuvannia», spetsializatsiia – laboratorna diagnostika [Standard of higher education in Ukraine: first (bachelor's) level, field of knowledge 22 «Healthcare», specialty 224 “Technologies of medical diagnostics and treatment”]. [Chinniy vid 2018. 12.19]. (2018). [The Standard of Higher Education of Ukraine: the first (bachelor) level, the field of knowledge 22 «Health Care», specialty 224 «Technologies of medical diagnostics and treatment», major in laboratory diagnostics]. Kyiv: Vid. ofits. [in Ukrainian]

8. Gurmukh, Singh, Frederick, V. Plapp, Joe, Wiencek. (2023). Roadmap for Training and Education in Clinical Chemistry and Laboratory Medicine, 21st Century Pathology. URL: <https://www.21stcenturypathology.com/articles/roadmap-for-training-and-education-in-clinical-chemistry-and-laboratory-medicine.pdf> [in English]

9. Fokunang, T. E., Mayoudom, T., Edwige, V., Grace, M. A., Isaac, P., Okpuno, D., Ubuara, E., Conscience, O.,

Ehigiatior, B. E., Igweze, Z. N., Roger, Z., Ngo V. and Fokunang, C. N. (2022). Forensic Toxicology Concepts and Applications in Pharmaceutical Medicine. Asian Journal of Medical Principles and Clinical Practice. 5(2): 1-23. Article no.AJMPCP.81702 [in English]

10. Drummer, Okh. (2007). Requirements for bioanalytical procedures in postmortem toxicology. Anal Bioanal Chem. Aug;388(7):1495-503. doi: 10.1007/s00216-007-1238-7. Epub March 23. PMID: 17377776 Review. [in English]

11. Maurer, H. H. (2010). Analytical toxicology. EXS. 2010;100:317-37. doi: 10.1007/978-3-7643-8338-1_9. PMID: 20358688. [in English]

12. Rosano, T.G., Wood, M., Swift, T.A. J. (2011). Postmortem screening of drugs using non-targeted and targeted technology of super-efficient liquid chromatography-mass spectrometry. Anal Toxicol. Sep.35(7):411-23. doi: 10.1093/anatox/35.7.411.PMID: 21871149 [in English]

13. Kurdil, N. (2018). About necessity of adapting educational and qualification requirements for toxicology specialty in Ukraine to European standards. *Emergency medicine*. (2.89). Pp. 98–103. URL: <https://doi.org/10.22141/2224-0586.2.89.2018.126610> [in English]

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

ЗАБЛОЦЬКА Ольга – доктор педагогічних наук, професор, завідувач кафедри технологій медичної діагностики, реабілітації та здоров'я людини Житомирського медичного інституту Житомирської обласної ради.

Наукові інтереси: теорія і методика навчання хімічних освітніх компонентів у вищій школі, дослідження теоретичних і практичних аспектів формування професійної компетентності бакалаврів технології медичної діагностики та лікування, терапії та реабілітації, магістрів громадського здоров'я.

НІКОЛАСВА Ірина – кандидат педагогічних наук, доцент кафедри технологій медичної діагностики, реабілітації та здоров'я людини Житомирського медичного інституту Житомирської обласної ради.

Наукові інтереси: теорія і методика навчання хімічних освітніх компонентів у вищій школі, дослідження теоретичних і практичних аспектів формування професійної компетентності бакалаврів технології медичної діагностики та лікування, медсестринства, магістрів громадського здоров'я.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

ZABLOTSKA Olha – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, head of the Department of Technology of Medical Diagnosis, Rehabilitation and Human Health, Zhytomyr medical institute of Zhytomyr regional council.

Scientific interests: theory and methodology of teaching chemistry-related educational components in higher education, investigation of theoretical and practical aspects of developing professional competencies for bachelor's students in medical diagnostic and treatment technologies, therapy and rehabilitation, and master's students in public health.

NIKOLAIEVA Iryna – PhD in Pedagogy, Docent of the Department of Technology of Medical Diagnosis, Rehabilitation and Human Health, Zhytomyr medical institute of Zhytomyr regional council.

Scientific interests: theory and methodology of teaching chemistry-related educational components in higher education, investigation of theoretical and practical aspects of developing professional competencies for bachelor's students in medical diagnostic and treatment technologies, therapy and rehabilitation, and master's students in public health.

Стаття надійшла до редакції 05.07.2025 р.

Стаття прийнята до друку 21.07.2025 р.