



ню засобів ІКТ потребує додаткових досліджень і конкретизації низки чинників, що проявляються у відповідній професії.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Биков В.Ю. Моделі організаційних систем відкритої освіти. Монографія. Київ: Атіка, 2008. 325 с.
2. Величко С.П. Розвиток системи навчального експерименту та обладнання з фізики у середній школі: Монографія. Кіровоград: РВЦ КДПУ ім. В. Винниченка, 1998. 302 с.
3. Величко С.П., Шульга С.В. Комп'ютерно-орієнтовані засоби підтримки самостійної діяльності студентів у навчанні квантової фізики. Інформаційні технології і засоби навчання. 2018. Т. 65. № 3. С. 103–114.
4. Величко С.П., Костенко Л.Д. Вивчення основ квантової фізики: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Кіровоград: РВЦ КДПУ ім. В. Винниченка, 2002. 274 с.
5. Величко С.П., Неліпович В.В. Вивчення фізичних властивостей рідких кристалів у середній загальноосвітній школі: Посібник для вчителів, 2-е вид. доповнене. Кіровоград: ПП «Ексклюзив-Систем», 2015. 232 с.
6. Величко С.П., Соменко Д.В., Слободяник О.В. лабораторний практикум зі спецкурсу «ЕОМ у навчально-виховному процесі з фізики». Посібник для студентів фізико-математичного факультету / за ред. С.П. Величка. Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2013. 197 с.
7. Задорожня О.В. Методичні засади створення та використання педагогічних програмних засобів у процесі навчання фізики студентів вищих авіаційних навчальних закладів: автореф. дис. ... канд. пед. наук спец. 13.00.02 «Теорія та методика навчання (фізика)». Кіровоград, 2014. 20 с.
8. Ковальов С.Г. Методичні засади розроблення та використання навчального обладнання для дослідження оптичного випромінювання у навчальному процесі з фізики в університетах: автореф. дис. ... канд. пед. наук спец. 13.00.02 «Теорія та методика навчання (фізика)». Бердянськ, 2014. 20 с.
9. Слободяник О.В. Методика організації самостійної роботи студентів педагогічних університетів у процесі навчання фізики: автореф. дис. ... канд. пед. наук спец. 13.00.02 «Теорія та методика навчання (фізика)». Кіровоград, 2012. 20 с.
10. Соменко Д.В. Розвиток пізнавальної активності студентів педагогічних університетів у процесі навчання фізики з використанням інформаційно-комунікативних технологій: автореф. дис. ... канд. пед. наук спец. 13.00.02 «Теорія та методика навчання (фізика)». Кіровоград, 2015. 20 с.
11. Петриця А.Н. Співвідношення віртуального та реального у навчальному експерименті у процесі вивчення фізики в основній школі: автореф. дис. ... канд. пед. наук спец. 13.00.02 «Теорія та методика навчання (фізика)». Кіровоград, 2010. 20 с.
12. Експеримент на екрані комп'ютера: Монографія / авт. кол.: Ю.О. Жук, С.П. Величко, О.М. Соколюк, І.В. Соколова, П.К. Соколов. За ред. Жука Ю.О. К.: Педагогічна думка, 2012. 180 с.
13. Фізичний практикум для студентів нефізичних спеціальностей: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів / С.П. Величко, І.В. Сальник, Е.П. Сірик. Кіровоград: ПП «Ексклюзив-Систем», 2014. 188 с.
14. Царенко О.М., Сальник І.В., Сірик Е.П., Сірик П.В. Лабораторний практикум із курсу загальної фізики: частина 5. Квантова фізика: Навчально-методичний посібник. Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2014. 86 с.

УДК 378.614.577

## КОМПЕТЕНТНІСТЬ ІЗ ХІМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ЯК ПЕДАГОГІЧНА ПРОБЛЕМА У СВІТЛІ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ЛІКАРІВ

Іщенко А.А., асистент  
кафедри біоорганічної та біологічної хімії  
Національний медичний університет імені О.О. Богомольця

У статті обґрунтовано компетентність із хімічної безпеки як невід'ємну складову частину професійної підготовки лікарів. Представлено сучасне трактування поняття «хімічна безпека» у контексті міжнародних нормативно-правових документів щодо роботи та поводження з хімічними речовинами. Наведено перелік знань, когнітивних і практичних умінь та навичок, необхідних для формування компетентності з хімічної безпеки. У роботі розглянуто методику поетапного формування компетентності з хімічної безпеки під час підготовки майбутніх лікарів у рамках курсів «Медична інформатика» і «Біоорганічна та біологічна хімія». Обґрунтовано необхідність її подальшого розвитку і застосування у базових нормативних навчальних дисциплінах: гігієна та екологія, охорона праці в галузі.

**Ключові слова:** хімічна безпека, компетентність із хімічної безпеки, підготовка майбутніх лікарів, біоорганічна та біологічна хімія.



В статтю обоснована компетентність по хімічній безпеці як неотъемлемая составляющая профессиональной подготовки врачей. Представлено современную трактовку понятия «химическая безопасность» в контексте международных нормативно-правовых документов по работе и обращению с химическими веществами. Приведен перечень знаний, когнитивных и практических умений и навыков, необходимых для формирования компетентности по химической безопасности. В работе рассмотрена методика поэтапного формирования компетентности по химической безопасности при подготовке будущих врачей в рамках курсов «Медицинская информатика» и «Биоорганическая и биологическая химия». Обоснована необходимость ее дальнейшего развития и применения в базовых нормативных учебных дисциплинах: гигиена и экология, охрана труда в отрасли.

**Ключевые слова:** химическая безопасность, компетентность по химической безопасности, подготовка будущих врачей, биоорганическая и биологическая химия.

#### Ishchenko A.A. COMPETENCE ON CHEMICAL SAFETY AS PEDAGOGICAL PROBLEM IN THE LIGHT OF PREPARATION OF FUTURE DOCTORS

The article substantiates the competence on chemical safety as an integral component of professional preparation of doctors. Represented modern interpretation of “chemical safety” concept in the context of international regulatory documents on the operation and handling of chemical substances. The list of knowledge, cognitive and practical expertise and skills necessary for the development of competence on chemical safety are provided. The method of gradual formation of competence on chemical safety during the preparation of future doctors within courses “Medical Informatics” and “Bioorganic and Biological Chemistry” is considered in paper. The necessity of its further development and application in basic normative disciplines: hygiene and ecology, labor protection in the industry is substantiated.

**Key words:** chemical safety, competence on chemical safety, preparation of future doctors, Bioorganic and Biological Chemistry.

**Постановка проблеми.** Хімічна безпека – це комплекс заходів, спрямованих на запобігання коротко- чи довготривалих шкідливих впливів хімічних речовин, а також потенційної загрози для здоров'я людини та довкілля, пов'язаних з їх дією упродовж усього життєвого циклу [уніфікація норм, правил і процедур, що регулюють перевезення і утилізацію небезпечних відходів на міжнародному та національному рівнях (Базельська конвенція) [2];

– координація спільної відповідальності та узгодження зусиль сторін у рамках міжнародної торгівлі окремими небезпечними хімічними речовинами, сприяння обміну інформацією про їхні властивості (Роттердамська конвенція) [3];

– скорочення використання та повна ліквідація стійких органічних забрудників (Стокгольмська конвенція) [4];

– встановлення єдиних правил класифікації небезпек та маркування хімічних речовин (Узгоджена на глобальному рівні система класифікації небезпек та маркування хімічних речовин) [5].

Тобто міжнародна спільнота розробила модель, яка регламентує поведінку та мінімізує негативний вплив хімічних речовин під час їх виробництва, зберігання, транспортування, продажу, використання та утилізації. Успішна реалізація програми передбачає узгоджену роботу у сферах правової, економічної, еколого-гігієнічної та просвітницької діяльності [6, с. 47]. Професійна підготовка фахівця у контексті сучасних уявлень хімічної безпеки дасть змогу повністю реалізувати створені стандарти

та досягти кінцевої мети – зменшити або усунути шкідливий вплив хімічних речовин на довкілля та здоров'я людини. Однією зі сфер людської діяльності, яка дає змогу реалізувати еколого-гігієнічну та просвітницьку складові частини хімічної безпеки, є медицина.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Сучасні підходи до трактування поняття хімічна безпека обґрунтовано в роботах В.С. Толмачової [1, с. 182], М.С. Пак [7, с. 77], В.С. Петросяна [8]. У працях М.Р. Гжегоцького, Б.М. Штабського описано фізіолого-екогігієнічні основи нормативного забезпечення хімічної безпеки людини у звичайних та екстремальних умовах праці і стану довкілля [9, с. 3]. Проблема гігієнічного нормування та обґрунтування негативного впливу токсикантів займалися відомі гігієністи О.Г. Волощенко, Є.Г. Гончарук, І.І. Даценко, О.М. Марзаєв, Л.І. Медвідь, А.М. Сердюк. У наукових здобутках Ю.І. Кундієва та І.М. Трахтенберга наголошується на вирішенні проблеми хімічної безпеки – найактуальнішої проблеми охорони довкілля і здоров'я – від глобальних хімічних забруднювачів (сполук плумбуму, гідраргіуму, мангану), канцерогенного ризику ксенобіотиків, розроблення і впровадження методології оцінки професійних ризиків для здоров'я працюючих у шкідливих і небезпечних умовах [10, с. 4]. Наробки зазначених вчених-гігієністів стали основою сучасної дисципліни «Гігієна та екологія».

Впровадження питань щодо біохімічних аспектів дії пестицидів та ксенобіотиків



у підготовку майбутніх лікарів займалися автори підручників із біоорганічної та біологічної хімії Ю.І. Губський, І.Я. Гонський, Т.Ш. Бондарчук, В.С. Зіменковський, Т.П. Максимчук, О.А. Мардашко, Л.М. Миронович, І.В. Ніженковська, О.Я. Склярів, Г.Ф. Стапанова, Н.В. Фартушок.

Однак проблема формування компетентності з хімічної безпеки у майбутніх лікарів не була предметом вивчення.

**Постановка завдання.** На основі викладеного можна сформулювати завдання дослідження, яке полягає в аналізі підготовки майбутніх лікарів у контексті сучасних уявлень хімічної безпеки.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Підготовка майбутнього лікаря, відповідно до галузевого стандарту вищої освіти галузі знань 22 «Охорона здоров'я» за спеціальністю 222 «Медицина», передбачає володіння випускником наступних загальних та фахових компетентностей у сфері хімічної безпеки: прагнення до збереження навколишнього середовища; здатність до проведення санітарно-гігієнічних та профілактичних заходів; здатність до проведення епідеміологічних та медико-статистичних досліджень здоров'я населення; здатність до оцінювання впливу навколишнього середовища на стан здоров'я населення (індивідуальне, сімейне, популяційне); здатність до проведення заходів щодо підвищення ефективності використання ресурсів [11, с. 8–9].

Для того, щоб майбутній лікар був компетентним у галузі хімічної безпеки необхідно володіти відповідним понятійним апаратом для характеристики речовин: токсин, токсикант, токсичність, гранично допустима концентрація (ГДК), добова допустима доза (ДДД), порогова доза, токсично смертельна доза, токсично смертельна доза, напівлетальна доза ( $LD_{50}$ ), напівлетальна концентрація ( $LC_{50}$ ), кумуляція, коефіцієнт кумуляції, сенсibiliзація, персистентність, канцероген, мутаген, ксенобіотики.

Теоретичну складову частину компетентності з хімічної безпеки можна представити знаннями про хімічну безпеку, небезпечні хімічні речовини, їхні властивості та використання, маркування хімікатів, неорганічні та органічні токсиканти, канцерогени, мутагени, стійкі органічні забрудники, небезпечні пестициди, поліхлоровані біфеніли, діоксиноподібні сполуки, поліциклічні ароматичні вуглеводні, харчові добавки, косметичні та синтетичні мийні засоби, молекулярні механізми дії токсикантів, загальні процеси біотрансформації ксенобіотиків та ендогенних токсинів, основні нормативно-правові до-

кументи, що регулюють питання хімічної безпеки.

До практичної складової частини належать сформовані уміння класифікувати та розпізнавати за будовою небезпечні хімічні речовини (пестициди СОЗ, діоксиноподібні сполуки, поліхлоровані біфеніли, поліциклічні ароматичні вуглеводні, харчові добавки, аналоги і метаболіти дихлородифенілтрихлороетану (ДДТ)), наводити приклади структурних формул неорганічних та органічних токсикантів, складати картки безпеки для хімічних сполук, пояснювати правила роботи, зберігання та утилізації хімічних речовин та токсикантів, обґрунтовувати негативний вплив на здоров'я і довкілля небезпечних хімічних речовин – молекулярні механізми дії токсикантів, загальні процеси біотрансформації ксенобіотиків та ендогенних токсинів, встановлювати причинно-наслідкові зв'язки між будовою і токсикологічним впливом хімічних сполук, порівнювати хімічні властивості, стійкість, здатність до накопичення, токсичність СОЗ, узагальнювати знання про міжнародні підходи щодо вирішення проблеми виробництва, використання та утилізації небезпечних хімічних речовин [12, с. 2].

Компетентність із хімічної безпеки необхідно формувати як надпредметну складову частину фахової підготовки майбутніх лікарів у контексті вивчення базових навчальних дисциплін – медичної хімії, біоорганічної та біологічної хімії, медичної інформатики, гігієни та екології (рис. 1).

Для ефективного засвоєння теоретичних знань та розуміння основних складових частин хімічної безпеки необхідно орієнтуватися у великому обсязі інформації, оперувати сучасними даними, виокремлювати головні характеристики та критично їх оцінювати. Відповідні когнітивні та практичні навички формуються у курсі «Медична інформатика». Майбутні лікарі знайомляться з деякими елементами хемоінформатики, а саме способами ефективного пошуку медичної, хімічної та токсикологічної інформації в мережі Інтернет за допомогою реєстраційних номерів. Для ефективною роботи з інформацією на різних порталах студенти вивчають формати і можливості використання найбільш відомих реєстраційних номерів (CAS, EC, UN, RTECS, PubChem), а також працюють із відповідними науково-технічними базами даних (Chemical Abstracts Service – CAS, Registry of Toxic Effects of Chemical Substances – RTECS, PubChem, ChemIDplus Advanced) та довідниковими ресурсами (Scirus, Scopus, Сигла, Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung – IFA).



Фундаментальна дисципліна «Біоорганічна та біологічна хімія» на молодших курсах є базовою для формування компетентності з хімічної безпеки у майбутніх лікарів, що зумовлено специфікою її вивчення – поєднанням теоретичної підготовки з біохімічним практикумом та експериментом. На практичній частині занять студенти за своєю правилами роботи з хімічними речовинами у лабораторії, сучасні підходи до позначення небезпек, маркування хімічних речовин і обґрунтовують коротку характеристику та заходи щодо попередження небезпеки під час роботи з хімікатами. На теоретичній частині занять майбутні лікарі отримують знання, вміння та навички щодо біохімічних особливостей впливу та біотрансформації токсикантів.

У темі «Ферменти» майбутні лікарі за своєю теоретичний матеріал щодо механізмів інгібування ферментативних реакцій токсикантами – пестицидами (фосфорорганічні препарати – хлорофос), бойовими отруйними речовинами (зарин, зоман), йонами важких металів (меркурію, плумбуму, кадмію, арсену) та їхніми органічними сполуками, ціанідами.

Під час вивчення основ біоенергетики акцентується на молекулярних механізмах дії інгібіторів та роз'єднувачів окисного фосфорилування: інсектицид ротенон (блокування електронного транспорту НАДН-коензим-Q-редуктази); класичні отрути – гідроген сульфід, карбон(II) оксид (інгібування цитохромоксидази); 2,4-динітрофенол, динітрокрезол, пентахлорофенол, гербіциди (роз'єднувачі окисного фосфорилування).

У темах «Метаболізм амінокислот та біохімія харчування людини» розглядають утворення ендогенних токсинів: путресцину та кадаверину (декарбоксілювання орнітину та лізину), фенолу, індолу, крезолу, скатолу, гідроген сульфід, метану, метилмеркаптану (процеси гниття білків в кишечнику), амоніку (продукту катаболізму амінокислот, біогенних амінів, пуринових та піримідинових нуклеотидів).

Під час опанування основ молекулярної генетики майбутні лікарі вивчають дію хімічних мутагенів: нітритна кислота та нітросполуки зумовлюють дезамінування азотистих основ у ДНК; хімічні барвники (бромистий етидій, похідні акридину) вбудовуються між азотистими основами в ДНК, внаслідок чого виникають мутації зумовлені зміщенням рамок зчитування; вільні радикали спричиняють утворення токсичних сполук, наприклад, продуктів пероксидного окиснення ліпідів малонового діальдегіду та 4-гідрокси-2-ноненалу, які здатні пошкоджувати ДНК.

У темі «Біохімія крові» студенти розглядають патологічні форми гемоглобінів: карбоксигемоглобін (токсичність карбон(II) оксиду) та метгемоглобін (токсичність нітратів).

Під час вивчення біохімії печінки майбутні лікарі досліджують процеси біотрансформації ксенобіотиків (бензен, піридин, диметилаланін, анілін, нітробензол, ізоніазид, бензоатна кислота) та ендогенних токсинів (фенол, скатол, індол, білірубін), розглядають основні стадії біотрансформації чужорідних хімічних сполук у печінці: перша



Рис. 1. Формування компетентності з хімічної безпеки у майбутніх лікарів



стадія – окислювально-відновлювальні та гідролітичні реакції; друга стадія – реакції синтезу, або кон'югації.

Хімічна безпека – це надпредметне поняття, тому компетентність із хімічної безпеки не можна формувати лише засобом одного предмета. Сформовані за допомогою курсу «Біоорганічна та біологічна хімія» знання, розуміння, когнітивні та практичні уміння і навички у галузі хімічної безпеки необхідно поглиблювати та розвивати у базових навчальних дисциплінах «Гігієна та екологія», «Медицина надзвичайних станів», «Охорона праці в галузі», «Соціальна медицина», «Організація охорони здоров'я». Під час вивчення зазначених дисциплін майбутні лікарі студіюють основи профілактики: вплив факторів довкілля на стан здоров'я різних груп населення; методи гігієнічної оцінки впливу факторів навколишнього середовища на здоров'я населення; закони гігієнічної науки та загальні закономірності зв'язку здоров'я з факторами й умовами середовища життєдіяльності людини; захворювань неінфекційного походження; засади здорового способу життя та основи особистої гігієни.

Готовність та здатність студентів успішно здійснювати професійну та подальшу навчальну діяльність, оперуючи знаннями, вміннями і практичними навичками щодо основних складових частин хімічної безпеки свідчить про сформованість у майбутніх лікарів компетентності з хімічної безпеки.

**Висновки** з проведеного дослідження. Компетентність із хімічної безпеки є невід'ємною складовою частиною професійної підготовки лікарів. Висвітлено сучасну сутність поняття «хімічна безпека». Наведено перелік знань, когнітивних і практичних умінь та навичок, необхідних для формування компетентності з хімічної безпеки. Розглянуто методику поетапного формування компетентності з хімічної безпеки під час підготовки майбутніх лікарів у рамках курсів «Медична інформатика» і «Біоорганічна та біологічна хімія». Обґрунтовано необхідність її подальшого розвитку і застосування у базових нормативних навчальних дисциплінах: гігієна та екологія, охорона праці в галузі.

Перспективи подальших досліджень у цьому напрямі вбачаємо в обґрунтуванні та розробці моделі формування компетентності з хімічної безпеки у майбутніх лікарів

під час вивчення біоорганічної та біологічної хімії.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Толмачова В.С., Іщенко А.А., Федорчук О.В., Цигульова О.М. Дослідження деяких пестицидних препаратів в Україні. Теорія і практика сучасного природознавства: Збірник наукових праць Міжнародної науково-практичної конференції. Херсон, 2009. С. 181–187.
2. Базельская конвенция о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением. ЮНЕП, 2011. 140 с.
3. Руководство для назначенных национальных органов по вопросам функционирования Роттердамской конвенции. Женева/Рим: Секретариат Роттердамской конвенции, 2006. 150 с.
4. Стокгольмська конвенція про стійкі органічні забрудники. URL: <http://chm.pops.int/TheConvention/Overview/TextoftheConvention/tabid/2232/Default.aspx> (дата звернення: 04.08.2018).
5. Согласованная на глобальном уровне система классификации опасностей и маркировки химической продукции. 5-е пересмотренное издание. Нью-Йорк и Женева: Организация объединенных наций, 2013. 638 с. URL: [http://www.unece.org/ru/trans/danger/publi/ghs/histback\\_e.html](http://www.unece.org/ru/trans/danger/publi/ghs/histback_e.html) (дата звернення: 04.08.2018)
6. Іщенко А.А. Формування знань про токсиканти як складові хімічної безпеки у майбутніх лікарів під час вивчення біоорганічної та біологічної хімії. ScienceRise: Pedagogical Education. 2018. № 5 (25). С. 47–52. DOI: 10.15587/2519-4984.2018.139414
7. Пак М.С. Проблемы безопасности в непрерывном химическом образовании. Хімічна освіта в контексті хімічної безпеки: стан проблеми і перспективи: збірник тез доповідей Міжнародної науково-практичної конференції. Київ, 2011. С. 76–78.
8. Петросян В.С. Химия, человек и окружающая среда. URL: <http://www.chem.msu.ru/rus/lab/organic/fox/chem-man-envir.pdf> (дата звернення: 04.08.2018)
9. Штабський Б.М., Гжегоцький М.Р. Ксенобіотики, гомеостаз і хімічна безпека людини: Монографія. Львів: ВД «Наутілус», 1999. 308 с.
10. Федоренко В.І., Пластунов Б.А. Реалії та перспективи профілактичної медицини в Україні. Газета Львівського Національного медичного університету імені Данила Галицького. 2012. № 10 (283). С. 1, 4.
11. Галузевий стандарт вищої освіти підготовки «Магістра» у галузі знань 22 «Охорона здоров'я» за спеціальністю 222 «Медицина». Київ, 2016. 48 с.
12. Толмачова В.С., Іщенко А.А. Програма варіативної навчальної дисципліни (за вибором студента) «Основи хімічної безпеки» для напряму підготовки 6.040101 Хімія\*. Київ: Видавництво НПУ імені М.П. Драгоманова, 2013. 22 с.