

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини



ПРИРОДНИЧІ НАУКИ ТА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

Збірник наукових праць

Випуск 1

Умань
Візаві
2024

УДК 5(06)

П78

Засновник: Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини

Редакційна колегія:

Браславська О. В., головний редактор, д-р пед. наук, професор, завідувач кафедри географії, геодезії та землеустрою, Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини.

Рожі І. Г., заступник головного редактора, канд. пед. наук, доцент, в. о. декана факультету природничої освіти та природокористування, Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини.

Красноштан В. І., відповідальний секретар, доктор філософії (PhD), викладач-стажист кафедри біології та здоров'я людини, Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини.

Красноштан І. В., канд. біол. наук, доцент, завідувач кафедри біології та здоров'я людини, Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини.

Горбатюк Н. М., канд. пед. наук, доцент кафедри хімії та екології, Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини.

Donatella S. P., професор географії туризму, кафедра освітніх наук, Університет Катанії (Італія).

Dorota Z., доктор філософії (PhD), викладач кафедри аналітичної хімії, Гданський університет (Польща).

Безлатня Л. О., канд. геогр. наук, доцент кафедри географії, геодезії та землеустрою, Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини.

Бохан Ю. В., канд. хім. наук, доцент кафедри природничих наук і методик їхнього навчання, Центральноукраїнський державний університет імені Володимира Винниченка.

Война І. М., канд. геогр. наук, доцент кафедри географії, Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського.

Гончарова І. В., канд. хім. наук, доцент кафедри товарознавства, управління безпеністю та якістю, Державний торговельно-економічний університет

Гришко С. В., канд. геогр. наук, доцент, завідувач кафедри географії та туризму, Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана Хмельницького.

Іщук Л. П., д-р біол. наук, професор, заступник директора з наукової роботи, Національний дендрологічний парк «Софіївка» Національної академії наук України.

Кормош Ж. О., канд. хім. наук, професор кафедри хімії та екології, Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини.

Kurhaluk N., д-р біол. наук, професор, завідувач кафедри фізіології тварин, Поморський університет у Слупську (Польща).

Маторіна К. В., канд. хім. наук, доцент кафедри аналітичної хімії та хімічної технології, Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара.

Серебряков В. В., д-р біол. наук, професор кафедри екології, природничих та математичних наук, Вінницька академія безперервної освіти.

Сидорова Л. П., канд. хім. наук, доцент кафедри аналітичної хімії та хімічної технології, Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара.

Ситник О. І., канд. геогр. наук, доцент кафедри географії, геодезії та землеустрою, Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини.

Струтинська Н. Ю., д-р хім. наук, доцент кафедри неорганічної хімії, Київський національний університет імені Тараса Шевченка.

Ткач Є. Д., д-р біол. наук, старший дослідник, заступник завідувача відділу агроєкології і біобезпеки, Інститут агроєкології і природокористування Національної академії аграрних наук України.

Tkachenko H., д-р біол. наук, професор кафедри біології, Поморський університет у Слупську (Польща).

Чубрей О. С., д-р пед. наук, професор кафедри економічної географії та екологічного менеджменту, Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича.

Рекомендовано до друку вченою радою

Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини

(протокол № 18 від 30 квітня 2024 р.)

П78 Природничі науки та природокористування: зб. наук. пр. Вип. 1 / МОН України, Уманський держ. пед. ун-т імені Павла Тичини ; [редкол.: О. В. Браславська (голов. ред.), І. Г. Рожі, В. І. Красноштан [та ін.]. – Умань: Візаві, 2024. – 144 с.

У збірнику наукових праць опубліковано результати досліджень учених, освітян, дослідників, сфера наукового інтересу яких охоплює природу загалом, включає в себе географію, біологію, хімію, екологію, а також сучасні підходи до раціонального природокористування. Розглянуто основні проблеми інтеграції та взаємодії фундаментальних і прикладних досліджень в географічній, біологічній, хімічній та екологічній галузях.

Автори несуть відповідальність за достовірність поданої інформації.

УДК 5(06)

© Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини, 2024

ЗМІСТ

Боровий В., Браславська О., Максютюв А., Проценко О.

Обґрунтування технології створення супутникової
геодезичної мережі в умовах низьких широт 5

Будченко І.

Особливості розвитку та
функціонування опорно-рухового апарату
людини в різні вікові періоди..... 14

Герасименко О., Рожі І.

Демографічні особливості Одеської області 23

Душечкіна Н.

Аналіз стану проблеми утилізації відходів
бродильних виробництв..... 31

Заболотна А., Заболотний О., Поліщук Т., Манзій О., Новікова Т.

Ферментативна активність антиоксидантних
систем рослин пшениці ярої при застосуванні
засобів боротьби з бур'янами..... 38

Карандевич А., Чорна Г.

Інтродукована дендрофлора міста Ужгорода..... 44

Кирилюк В., Рожі Т.

Методологічні, топографо-геодезичні і практичні
підходи щодо еколого-економічного вдосконалення
землекористування фермерського господарства 51

Красноштан В., Красноштан І.

Дія хімічних і біологічних препаратів
на ферментативну активність, вміст пігментів
та фотосинтетичний потенціал зернових культур 61

Люленко С.

Формування екологічної компетентності учнів
на уроках біології і екології..... 68

Мандебура С., Подзерей Р.

Безреагентна технологія очищення висококомутних вод, що містять техногенні застосування..... 75

Мороз Л., Соболенко Л., Сорокіна С.

Сучасні аспекти природничої музеології на прикладі музею зоології імені М. Ф. Ковалю..... 85

Небикова Т., Омельченко В.

Використання міжпредметних зв'язків під час вивчення біологічних дисциплін у закладах вищої освіти 96

Парахненко В., Задорожна О.

Теоретичні основи міжпредметних зв'язків у процесі вивчення фундаментальних природнонаукових теорій..... 103

Ситник О., Безлатня Л.

Аналіз сучасних методів і засобів для обстеження та виконання великомасштабного геодезичного знімання меліорованих земель 112

Скакун В.

Особливості насінного та вегетативного розмноження *Buddleja davidii* Franch. 127

Совгіра С.

Оцінка застосування біосорбційного методу очищення поверхневих стічних вод в районі Нової Умані (р. Уманка) 134

ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ СТВОРЕННЯ СУПУТНИКОВОЇ ГЕОДЕЗИЧНОЇ МЕРЕЖІ В УМОВАХ НИЗЬКИХ ШИРОТ

Валентин Боровий

д-р тех. наук, професор кафедри географії, геодезії та землеустрою,
Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини
ORCID: 0000-0002-3977-36123

E-mail: viktor.borowoy@fes.kiev.ua

Оксана Браславська

д-р пед. наук, професор кафедри географії, геодезії та землеустрою
Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини
ORCID: 0000-0003-0852-686X

E-mail: oksana.braslavska@udpu.edu.ua

Андрій Максютюв

канд. пед. наук, доцент кафедри географії, геодезії та землеустрою
Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини
ORCID: 0000-0002-5486-634X

E-mail: andriy.maksyutov@udpu.edu.ua

Ольга Проценко

викладач-стажист кафедри географії, геодезії та землеустрою
Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини
ORCID: 0009-0008-5915-3438

E-mail: olichka_kl@ukr.net

Дане дослідження полягає у використанні на стадії проектування геодезичної мережі алгоритму оцінки точності супутникових визначень за методом трилатерації; розробки технології супутникових спостережень, що передбачає застосування трьох-чотирьох приймачів; використання проекції Меркатора під час виконання інженерно-геодезичних робіт; визначенням нормальних висот методом геометричного нівелювання, а для проектування в недоступних або важкодоступних місцях використання моделі квазігеоїду.

Дане дослідження спрямоване на теоретичне обґрунтування та створення геодезичної мережі у специфічних умовах низьких широт, що забезпечує виробництво інженерно-геодезичних робіт на території міста Янбу-2 в Саудівській Аравії.

За результатами дослідження розроблено спосіб супутникових спостережень під час створення геодезичної мережі, що полягає у проведенні статичних одночасних спостережень на трьох пунктах мережі, перенесення приймача на пункт суміжного трикутника з залишенням двох приймачів на суміжній стороні, що забезпечує точність супутникових визначень.

Ця робота відкриває перспективи для подальших досліджень та створення геодезичної мережі у специфічних умовах низьких широт, що дає можливість проведення подальших інженерно-геодезичних робіт.

Ключові слова: *супутникова геодезична мережа; пункт геодезичної мережі; супутникові спостереження; метрологічне забезпечення геодезичного виробництва, проекція Меркатора; проекція Гауса-Крюгера; використання GPRS технологій; перетворення координат; інженерно-геодезичні роботи; методом трилатерації; геометричне нівелювання.*

JUSTIFICATION OF SATELLITE GEODESIC NETWORK CREATION TECHNOLOGY FOR LOW LATITUDE CONDITIONS

Valentin Boroviy

doctor of technical sciences, professor of the department of geography, geodesy and land management, Pavlo Tychyna Uman state pedagogical university

ORCID: 0000-0002-3977-36123

E-mail: viktor.borowoy@fes.kiev.ua

Oksana Braslavska

doctor of pedagogical sciences, professor of the department of geography, geodesy and land management, Pavlo Tychyna Uman state pedagogical university

ORCID: 0000-0003-0852-686X

E-mail: oksana.braslavska@udpu.edu.ua

Andrii Maksyutov

candidate of pedagogical sciences, associate professor of the department of geography, geodesy and land management, Pavlo Tychyna Uman state pedagogical university

ORCID: 0000-0002-5486-634X

E-mail: andriy.maksyutov@udpu.edu.ua

Olha Protsenko

trainee teacher of the department of geography, geodesy and land management, Pavlo Tychyna Uman state pedagogical university

ORCID: 0009-0008-5915-3438

E-mail: olichka_kl@ukr.net

The research consists in the use at the stage of designing a geodetic network of the algorithm for assessing the accuracy of satellite determinations by the trilateration method; development of satellite observation technology, which involves the use of three or four GPRS receivers; use of the Mercator projection during engineering and geodetic works; determining normal heights by the method of geometric leveling, and for designing in inaccessible or hard-to-reach places, using the quasi-geoid model.

This study is aimed at the theoretical justification and creation of a geodetic network in the specific conditions of low latitudes, which ensures the production of engineering and geodetic works in the territory of the city of Yanbu-2, Saudi Arabia.

According to the results of the research, a method of satellite observations during the creation of a geodetic network was developed, which consists in conducting static simultaneous observations at three points of the network, moving the receiver to a point of an adjacent triangle, leaving two receivers on the adjacent side, which ensures the accuracy of satellite determinations.

The dependence of the accuracy of measurements using GPRS technology on the duration of static observations and the length of baselines was determined. The choice of the Mercator projection for low-latitude conditions is justified by the automation of the coordinate transformation algorithm.

The theoretical significance lies in the scientific substantiation and detection of quantitative dependences of the accuracy of measurements according to the proposed technology of satellite observations. The practical significance lies in the development and implementation of the technique of creating a geodetic network for conditions of low latitudes.

The results of the study indicate the possibility of effective use of flat projection. Mercator, in conditions of low latitudes, it is an effective application, which allows to reduce the distortion of lengths compared to the Gauss-Kruger projection and due to the automation of the modified algorithm, to quickly translate coordinates for control and assessment of accuracy from one system to another.

This work opens up prospects for further research and the creation of a geodetic network in specific conditions of low latitudes, which ensures the production of engineering and geodetic works.

Keywords: *satellite geodetic network; geodetic network point; satellite observations; metrological support of geodetic production; Mercator projection; Gauss-Kruger projection; use of GPRS technologies; coordinate transformation; engineering and geodetic works; trilateration method; geometric leveling.*

Бурхливий розвиток нових технологій вимірювань та результатів їх обробки в геодезії вимагає створення геодезичних мереж на новітній основі. Йдеться про використання технології ГНСС (глобальної навігаційної супутникової системи), яка є найбільш ефективним засобом позиціонування. Водночас при конкретній реалізації виникає ряд питань, що вимагають проведення досліджень та розробки методики вимірювань із забезпеченням необхідної точності. Особливо актуальне питання у країнах, де не створено ієрархічної структури геодезичного координатного забезпечення. У зв'язку з цим важливим моментом є вибір проекції, плоских прямокутних координат для умов низьких широт, а також обґрунтування висотної основи. Ці питання є надзвичайно актуальними для країн Близького Сходу та, зокрема, для Саудівської Аравії.

Країни Близького Сходу та Перської затоки у зв'язку з інтенсивним освоєнням нових територій та будівельним бумом вимагають створення сучасних точних геодезичних мереж [9, с. 239].

У Саудівській Аравії у західній її частині планується розвиток міста Янбу-2 (Yanbu-2). Виникає необхідність створення геодезичної основи та подальшого її згущення для вирішення різних інженерно-технічних завдань. У Саудівській Аравії тільки в останні роки почали застосовувати супутникові технології. У нормативних документах та інструкціях наводяться вимоги до точності проєктованих мереж, однак питання проєктування та технології їх створення розглянуті дуже поверхнево. У зв'язку з цим актуальним завданням є обґрунтування побудови нової геодезичної мережі із застосуванням GPRS технологій, яка повністю замінить колишню національну геодезичну мережу, створену ще у 1966 р., та забезпечить вирішення важливих інженерних завдань [3, с. 64].

Наукова новизна роботи полягає в тому, що побудова локальної геодезичної мережі в Саудівській Аравії можлива з використанням українського та зарубіжного досвіду. При цьому необхідне наукове обґрунтування її параметрів із дотриманням специфічних умов регіону, включаючи вимоги щодо точності, вибір висотної основи та плоскої проекції геодезичних координат для умов низьких широт.

Методика проведення досліджень включає: аналіз та узагальнення теоретичних та практичних результатів при обґрунтуванні актуальності теми роботи та вирішенні завдань; практичні дослідження, що включають експериментальні геодезичні супутникові вимірювання; методи математичної статистики та теорії ймовірностей, у тому числі метод найменших квадратів для обробки супутникових визначень; математичне моделювання геодезичних мереж [15, с. 166].

В Україні накопичено великий практичний досвід та підготовлено теоретичну основу для створення геодезичних мереж різних класів точності. Дослідженням питань щодо створення геодезичних мереж на основі супутникових технологій займалися вітчизняні та закордонні науковці: В. І. Бандурк [1], П. І. Баран [2], С. М. Білокриницький [3], В. І. Ващенко [4], В. О. Літинський [4], С. С. Перій [4], А. Л. Кучерявий [5], К. А. Мамонов [7], Ю. К. Неумивакін [8], М. К. Перський [8], А. Л. Островський [9], О. І. Мороз [9], В. Л. Тарнавський [9], М. П. Ранський [11], І. Д. Родичкін [12], С. В. Романчук [14], В. П. Кирилюк [14], М. В. Шемякін [14], В. А. Рябчій, В. В. Рябчій [15] та інші.

Для забезпечення різних видів інженерно-геодезичних та геологічних робіт у єдиній координатній системі створюються геодезичні мережі. Геодезична мережа – система закріплених на земній поверхні пунктів із спеціальними центрами, взаємне становище яких визначено в єдиній системі координат та висот [14, с. 296].

Геодезичні мережі поділяються:

- залежно від розмірів – на глобальні, міждержавні (регіональні), національні (у межах однієї країни) та локальні (місцеві);
- за функціональною ознакою – на мережі державної та спеціальної призначення;
- за видом одержуваної інформації – на просторові, планові, висотні, планово-висотні;

- за призначенням – на опорні геодезичні мережі, геодезичні мережі згущення, знімальні та розбивальні мережі;
- за точністю – на високоточні, точні та технічні;
- залежно від технології побудови – на супутникові мережі, радіо-інтерферометрії, триангуляції, полігонометрії, трилатерації, геодезичні засічки [7, с. 403].

Геодезичні мережі є сукупністю закріплених точок земної поверхні, положення яких визначаються у єдиній системі координат. Вони є координатною основою для виконання топографічних зйомок, планування місцевості, створення основи для будівництва, складання генеральних планів міст та селищ, розроблення технічних та гідротехнічних проектів, транспортних споруд та гірничодобувних підприємств, спостереження за деформаціями різних споруд. Також для забезпечення вивчення земельних ресурсів та землекористування, кадастру, будівництва, розвідки та освоєння природних ресурсів [11, с. 68].

Геодезична мережа за видом отриманої інформації поділяється на планову та висотну.

Відповідно до інструкцій та нормативних документів, геодезичні мережі можна створювати як традиційними (триангуляція, трилатерація та полігонометрія), так і сучасними методами із використанням супутникових технологій.

Традиційними методами побудови планової геодезичної мережі є: триангуляція, трилатерація та полігонометрія. Висотні геодезичні мережі створюються переважно методом геометричного нівелювання [10].

Завдяки розвитку нових технологій у геодезії стало можливим створення геодезичних мереж з використанням глобальної навігаційної супутникової системи.

Вибір використання методу у кожному конкретному випадку визначається необхідною точністю побудови геодезичної мережі та економічної доцільністю.

Традиційні методи створення геодезичних мереж досить давно та широко використовуються. Варто зазначити, що вони мають певні переваги та недоліки. Переваги: відносна простота та читабельність вимірів, координати визначаються у вихідній системі координат (не потрібно їх перераховувати); нормальні висоти вимірюються шляхом геометричного або тригонометричного нівелювання; можна використовувати для будь-кого рельєфу земної поверхні; наявність великої кількості розроблених методик, нормативних актів та документів для різних видів робіт [2, с. 618].

Недоліки: необхідність забезпечувати пряму видимість між пунктами; велика витрата часу та праці; висока залежність від погодних умов та впливу довкілля, особливо під час виконання високоточних вимірів. Планові та висотні координати отримують окремо.

Науково-технічна революція в галузі прикладної електроніки, і, зокрема, в галузі геодезичних вимірювальних приладів, пов'язана з появою супутникових технологій, що забезпечують значне підвищення точності позиціонування У зв'язку з цим у геодезичну практику активно впроваджуються методи супутникових вимірювань [1, с. 223].

Численні дослідження показують, що поліпшення геометрії супутників та отримання уточнених результатів може бути досягнуто за рахунок збільшення числа супутників та можливості спостережень за супутниками найбільш поширених систем GPS [8, с. 184].

Технології використання глобальної навігаційної супутникової системи знайшли широке застосування у вирішенні науково-технічних та інженерних завдань у різних галузях науки. Надзвичайно ефективно вони застосовуються в геодезії, землеустрої та кадастрі, в геології та гірничій справі. Важко уявити без їхньої участі будівництво інженерних споруд та моніторинг за деформаціями. Глобальна навігаційна супутникова система широко використовується при вирішенні широкого кола інженерно-технічних завдань, і в першу чергу при вдосконаленні та створенні геодезичних мереж.

Основні переваги супутникових технологій:

- не потрібно прямої видимості між пунктами (це істотна відмінність від традиційних наземних вимірів);
- визначення координат точок можливе у будь-який час та в будь-якому місці земної кулі;
- точність вимірювань майже не залежить від погодних умов;
- вимірювання повністю автоматизовані;
- значно підвищено точність вимірювань [6].

Цікавим є досвід застосування альтернативних систем плоских координат та основні вимоги до створення опорної мережі в низьких широтах. Наше дослідження спрямоване на теоретичне обґрунтування та створення геодезичної мережі у специфічних умовах низьких широт, що забезпечує виробництво інженерно-геодезичних робіт на території міста Янбу-2 в Саудівській Аравії.

У зв'язку з тим, що нова геодезична мережа буде побудована на території Саудівської Аравії, розташованої у зоні низьких широт Земного кулі (між 40° північною та південною широтою півкулі), дуже доцільно проаналізувати досвід побудови геодезичних мереж та застосування систем плоских координат у деяких країнах низьких широт, таких як: Ліванська Республіка, Арабська Республіка Єгипет, Єменська Республіка, Бенін. Із аналізу наявних в цих країнах геодезичних мереж можна зробити висновок, що усі ці мережі мають ряд спільних ознак побудови [4, с. 128].

Перша національна геодезична мережа Саудівської Аравії існує з 1966 року для забезпечення топографічних зйомок на всій території країни у масштабі 1:50000. Вона створювалася у вигляді замкнутих геодезичних полігонів за точністю відповідних полігонометрії 4 класу (рис. 1).

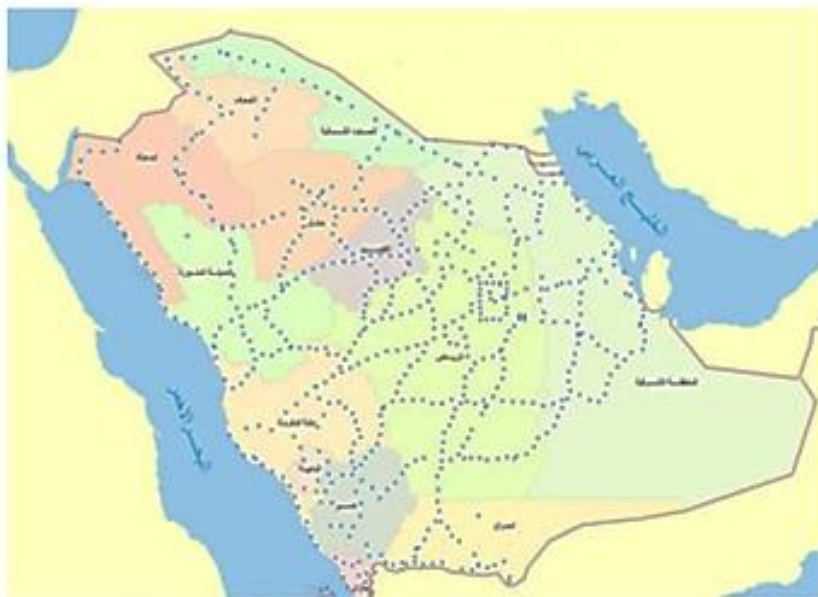


Рис. 1. Національна геодезична мережа Саудівської Аравії

Проведена у 1991 році оцінка точності національної геодезичної мережі показала, що відносна похибка довжин сторін не відповідає точності полігонометрії 4 класу (гранична похибка ходу перевищує 1/25000).

Згодом Міністерство Муніципальних та сільських справ ухвалило рішення про створення нової геодезичної мережі з високою точністю. Нова геодезична мережа (Saudi Geodetic Network – SGN) складалася з 13 геодезичних фундаментальних пунктів класу А з точністю визначення сторін 1/100000000, розташованих по одному в кожному адміністративному районі, та 600 пунктів класу В з точністю 1/10000000 (рис. 2).

Однак виявилось, що 600 пунктів класу В на всю територію країни, яка має площу 2149690 км², дуже мало і не достатньо для створення великомасштабних топографічних

планів та забезпечення інженерних та Технічні геодезичні завдання. Водночас пораховано, що не вигідно створювати єдину державну геодезичну мережу на всю територію країни, де понад дві третини її площі займають бархани, скелі та пустелі.



Рис. 2. Геодезична мережа Саудівської Аравії

У зв'язку з цим, наказом Міністерства Муніципальних та сільських справ було прийнято рішення про створення геодезичних мереж силами муніципалітетів своїх територій. При цьому вони повинні бути прив'язані до пунктів класу з використанням високоточних супутникових технологій.

У Саудівській Аравії у технічній літературі досить рідко зустрічаються документація та теоретичні роботи з розвитку геодезичних мереж, практична методика по побудові геодезичних мереж з застосуванням супутникових технологій по суті відсутня.

Відповідно до вимог нормативних документів проєктована геодезична мережа має відповідати наступним вимогам: для мереж СГС-1 першого класу, відстань між суміжними пунктами має бути (5–6 км), для територій міст та промислових майданчиків (10–20 км); для районів з інтенсивною господарською діяльністю (25–35 км) за середньої щільності мережі; для неурбанізованих районів, крім сейсмічно активних (40–50 км).

Середня квадратична помилка визначення положення пунктів СГС-1 не повинна перевищувати 1–2 см у районах із сейсмічною активністю 7 і більше балів та 2–3 см [12, с. 336].

Математична обробка геодезичних вимірювань, що виконуються при побудові та модернізації геодезичних мереж, включає польові обчислення, попередні обчислення та зрівняння мереж.

Відповідно до порядку створення геодезичної мережі необхідним етапом є її проєктування є оцінка точності. В даний час оцінка точності геодезичних мереж виконується з застосування комп'ютерних технологій. Широке застосування знайшов параметричний спосіб методу найменших квадратів. У зв'язку з цим вибір оптимального варіанта геодезичної мережі під час її проєктування провадиться шляхом математичного моделювання. Тут є суттєва різниця в методах створення: за традиційним методом (триангуляція та трилатерація) та сучасним методом на основі супутникових технологій [5, с. 456].

Що стосується способів оцінки точності геодезичних мереж, побудованих традиційними способами, результатів досить багато. Разом з тим, опису алгоритмів оцінки точності супутникових визначень практично немає і розрахунки, як правило, подаються в готовому вигляді в програмних комплексах, що постачаються разом із навігаційним обладнанням.

Нами виконано аналіз оцінки точності проектованої геодезичної мережі. При цьому було розглянуто три визначені пункти, координати яких розраховані за методом триангуляції, а також результати кінематики реального часу супутникових спостережень (RTK). Для порівняння було розглянуто три варіанти мережі: пункти спираються на один, два і три опорні пункти (вихідні) пункти (рис. 3).

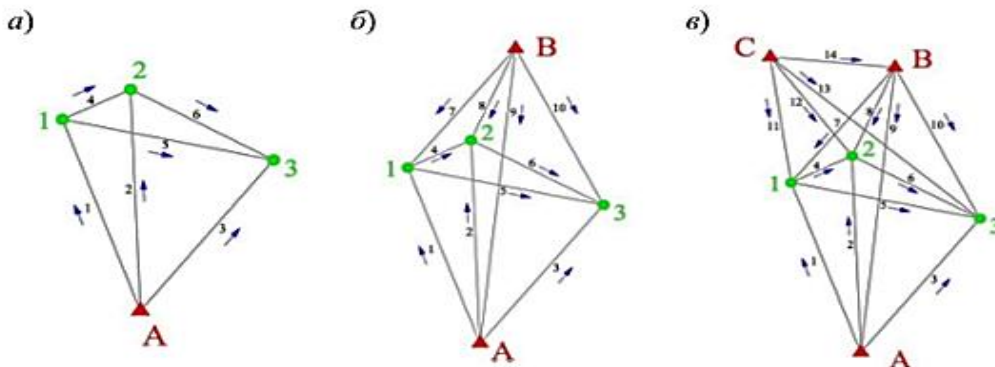


Рис. 3 Моделі побудови геодезичних мереж (а – мережа з одним опорним пунктом, б – мережа з двома опорними пунктами, в – мережа з трьома опорними пунктами)

Для оцінки точності планових координат геодезичної мережі побудованої методом триангуляції, за методом найменших квадратів обчислюємо матрицю вагових коефіцієнтів визначених пунктів:

$$Q = (A^T \cdot P \cdot A)^{-1}$$

Де A – матриця коефіцієнтів параметричних рівнянь поправок, P – матриця ваги результатів вимірювань.

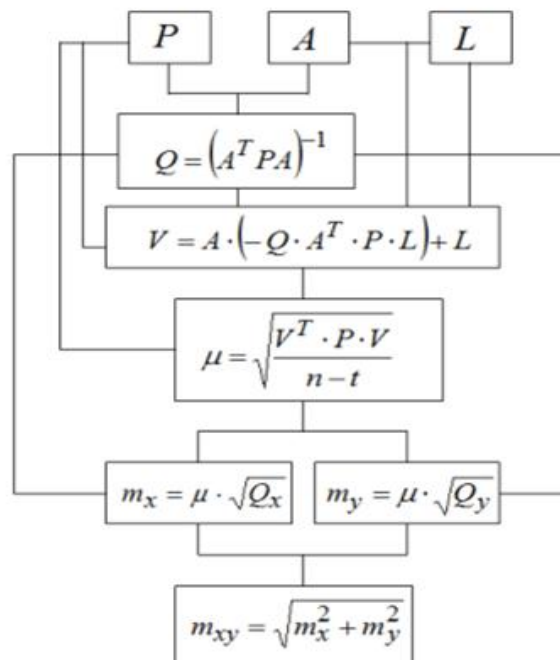


Рис. 4. Проведення оцінки точності пунктів за способом триангуляції

Елементи матриці коефіцієнтів параметричних рівнянь похибок обчислюються за формулами:

Для кутових вимірів:

$$Ax_i = \rho \cdot \frac{\sin \alpha_{ij}}{S_{ij}}; Ay_i = -\rho \cdot \frac{\cos \alpha_{ij}}{S_{ij}};$$

$$Ax_j = -\rho \cdot \frac{\sin \alpha_{ij}}{S_{ij}}; Ay_j = \rho \cdot \frac{\cos \alpha_{ij}}{S_{ij}}$$

Для лінійних вимірів:

$$Ax_i = -\cos \alpha_{ij}; Ay_i = -\sin \alpha_{ij}$$

$$Ax_j = \cos \alpha_{ij}; Ay_j = \sin \alpha_{ij}$$

Де i, j – індекси, що відповідають номерам пунктів; α_{ij} та S_{ij} – дирекційний кут та довжина лінії; ρ – кількість секунд у радіані, що дорівнює 206265.

Коефіцієнти кутових та лінійних вимірювань вагової матриці P обчислюються за формулами:

$$P_{\beta i} = \frac{\mu_0^2}{m_{\beta}^2} = 1; P_{S i} = \frac{\mu_0^2}{m_{S i}^2}$$

Отже, оцінка точності визначених пунктів геодезичних мереж щодо опорних пунктів може бути виконана за аналогією алгоритму, показаному вище. Принципово супутникові визначення відрізняються тим, що виміри виконуються за способом зворотного просторового засікання. При цьому, в кінцевому рахунку, за координатами точок визначаються довжини всіх сторін геодезичної мережі. З огляду на це можна супутникові визначення співвідносити з довжинами сторін мережі. Останні обчислюються за збільшеними вимірами з координат, тому являють собою видозмінені результати вимірів. Таким чином, можна оцінювати точність мережі. При цьому, як показано вище, моделювалася мережа, що спирається на один два і три вихідні пункти. Відмінність цього алгоритму від представленого вище (мережа триангуляції) полягає в тому, що матриця A (Конфігураційна матриця коефіцієнтів параметричних рівнянь) формується за непрямыми коефіцієнтами вимірних векторів (довжина сторін) визначених пунктів. Її коефіцієнти мають значення 0, 1 або -1 залежно від напрямів векторів (сторін) мережі [13, с. 168].

Проведений аналіз традиційних та сучасних методів побудови геодезичних мереж показує тенденцію їхнього розвитку, спрямовану на широке застосування супутникових технологій створення геодезичної координатної основи. Аналіз досвіду використання глобальної навігаційної супутникової системи при побудові геодезичних мереж у країнах низьких широт дозволяє зробити певні висновки.

Враховуючи досвід створення супутникових мереж в Україні, при її створенні Саудівській Аравії необхідно послідовно виконати роботи з її проектування, закріплення геодезичних пунктів, виконання вимірювань та остаточної математичної обробки результатів вимірів. Для умов Саудівської Аравії фактично кожна позиція пов'язана із проведенням спеціальних досліджень.

Аналіз існуючих методик створення геодезичних мереж показав необхідність вирішення питання проектування геодезичної мережі, яке включає побудову прототипу мережі на топографічних планах масштабу 1:50000 та більше, з можливістю залучення до проекту існуючих пунктів геодезичної мережі, рекогносцирувальні роботи з метою уточнення положення пунктів на місцевості, у тому числі встановлення ступеня безпеки геодезичних пунктів, закладених раніше; планування висотної основи; проведення математичного моделювання з метою перерахунку точності положення пунктів геодезичної мережі.

Для створення нової геодезичної мережі в Саудівській Аравії з застосуванням супутникових технологій позиціонування доцільно використовувати світовий досвід. Водночас практичний та теоретичний інтерес представляє вирішення питання щодо можливості зменшення кількості використаних приймачів при дотриманні вимог щодо точності. Це особливо важливо для малобюджетних організацій. Ці дослідження пов'язані з польовими дослідженнями та розробкою технології супутникових вимірів.

Важливим питанням є обґрунтування перерахунку геодезичних координат у плоскі для умов низьких широт, а також питання визначення нормальних висот пунктів геодезичної мережі. Використання проекції Меркатора істотним чином оптимізує обсяг робіт зі створення висотної основи у поєднанні геометричним нівелюванням та супутниковими вимірами. Рішення цих питань дозволяє скласти загальну методику створення геодезичної мережі

Успішна практична реалізація розробленої методики створення геодезичної мережі для умов низьких широт стосовно району Саудівській Аравії дозволяє завершити етапи її створення та показує ефективність її використання та застосування.

Список використаних джерел

1. Бандурк В. І. Геодезія: посібник. Дніпропетровськ: НГА України, 1999. 223 с.
2. Баран П. І. Інженерна геодезія: монографія. Київ: ПАТ «Віпол», 2012. 618 с.
3. Білокриницький С. М. Топографія та геодезія: метод. посіб. Чернівці: Рута, 2001. 64 с.
4. Ващенко В. І., Літинський В. О., Перій С. С. Геодезичні прилади та приладдя: посіб. Львів: Лоно, 2003. 128 с.
5. Кучерявий А. Л. Створення геодезичних мереж з використанням сучасних методик та технологій: підручник. Львів: Світ, 2005. 456 с.
6. Геодезичні мережі України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3852-12#Text> (дата звернення: 20.12.2023).
7. Мамонов К. А. Територіальний розвиток використання земель регіону: напрями та особливості оцінки: монографія. Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2020. 403 с.
8. Неумивакін Ю. К., Перський М. К. Земельно-кадастрові геодезичні роботи: посібник. Київ: Колос, 2006. 184 с.
9. Островський А. Л., Мороз О. І., Тарнавський В. Л. Геодезія: навч. посіб. Львів: Вид-во Нац. ун-ту «Львівська політехніка», 2008. 239 с.
10. Про затвердження інструкції з побудови геодезичних мереж: наказ Державного комітету будівництва, архітектури та житлової політики України, 24 груд. 2001 р. URL: <http://zakon.nau.ua/doc/?code=z0182-02> (дата звернення: 22.12.2023).
11. Ранський М. П. Геодезичні роботи в землевпорядкуванні: метод. посіб. Чернівці: Рута, 2007. 68 с.
12. Родичкін І. Д. Короткий довідник архітектора: Ландшафтна архітектура. Київ: Будівельник, 1990. 336 с.
13. Родичкін І. Д. Геодезія: посібник. Київ: Будівельник, 1998. 168 с.
14. Романчук С. В., Кирилук В. П., Шемякін М. В. Геодезія: навч. посіб. Київ: Центр учбової літератури, 2008. 296 с.
15. Рябчій В. А., Рябчій В. В. Теорія похибок вимірювань: навч. посіб. Дніпропетровськ: Національний гірничий університет, 2006. 166 с.

References

1. Bandurk, V. I. (1999). Heodeziia. Dnipropetrovsk: NHA Ukrainy [in Ukrainian].
2. Baran, P. I. (2012). Inzhenerna heodeziia. Kyiv: PAT Vipol [in Ukrainian].
3. Bilokrynytskyi, S. M. (2001). Topohrafiia ta heodeziia. Chernivtsi: Ruta [in Ukrainian].
4. Vashchenko, V. I., Litynskyi, V. O., Perii S. S. (2003). Heodezychni prylady ta pryladdia. Lviv: Lono [in Ukrainian].
5. Kucheriavyi, A. L. (2005). Stvorennia heodezychnykh merezh z vykorystanniam suchasnykh metodyk ta tekhnolohii. Lviv: Svit [in Ukrainian].
6. Heodezychni merezhi Ukrainy. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3852-12#Text> [in Ukrainian].
7. Mamonov, K. A. (2020). Terytorialnyi rozvytok vykorystannia zemel rehionu: napriamy ta osoblyvosti otsinky. Kharkiv: KhNUMH im. O. M. Beketova [in Ukrainian].
8. Neumyvakin, Yu. K., Perskyi, M. K. (2006). Zemelno-kadastrovi heodezychni roboty. Kyiv: Kolos [in Ukrainian].
9. Ostrovskyi, A. L., Moroz, O. I., Tarnavskyi, V. L. (2008). Heodeziia. Lviv: Vyd-vo Nats. un-tu "Lvivska politekhnika" [in Ukrainian].
10. Pro zatverdzhennia instruktсии z pobudovy heodezychnykh merezh: nakaz Derzhavnoho komitetu budivnytstva, arkhitektury ta zhytlovoi polityky Ukrainy, 24 hrud. 2001 r. URL: <http://zakon.nau.ua/doc/?code=z0182-02> [in Ukrainian].
11. Ranskyi, M. P. (2007). Heodezychni roboty v zemlevporiadkuvanni. Chernivtsi: Ruta [in Ukrainian].
12. Rodychkin, I. D. (1990). Korotkyi dovidnyk arkhitekтора: Landshaftna arkhitektura. Kyiv: Budivelnik [in Ukrainian].
13. Rodichkin, I. D. (1998). Heodeziia: posib. Kyiv: Budivelnik [in Ukrainian].
14. Romanchuk, S. V., Kyryliuk, V. P., Shemiakin, M. V. Heodeziia. Kyiv: Tsentр uchbovoi literatury [in Ukrainian].
15. Riabchii, V. A., Riabchii, V. V. (2006). Teoriia pokhybok vymiryuvan. Dnipropetrovsk: Natsionalnyi hirnychyi universytet [in Ukrainian].

ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ ТА ФУНКЦІОНУВАННЯ ОПОРНО-РУХОВОГО АПАРАТУ ЛЮДИНИ В РІЗНІ ВІКОВІ ПЕРІОДИ

Ірина Будченко

викладач кафедри біології та здоров'я людини,

Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини

ORCID: 0000-0002-5771-4296

E-mail: irabudchenko88@gmail.com

У статті розглянуто та проаналізовано опорно-рухову систему яка являє собою важливий комплекс органів та тканин, який забезпечує підтримку та рухи людського організму. Розкрито статеві відмінності формування опорно-рухового апарату у дітей, а також охарактеризовано цей процес у різні вікові періоди, а саме: дошкільний, молодший шкільний та підлітковий вік. Дано характеристику функціональних особливостей окремих компонентів скелету та м'язів у рамках опорно-рухового апарату та встановлено взаємозв'язок між етапами його формування і функціонуванням у різні вікові періоди людини.

Ключові слова: скелет; кістка; м'язи; ріст; фізичний розвиток; опорно-руховий апарат.

FEATURES OF DEVELOPMENT AND FUNCTIONING OF THE HUMAN MUSCULOSKELETAL SYSTEM IN DIFFERENT AGE PERIODS

Iryna Budchenko

lecturer at the department of biology and human health,

Pavlo Tychyna Uman state pedagogical university

ORCID: 0000-0002-5771-4296

E-mail: irabudchenko88@gmail.com

The article examines and analyzes the musculoskeletal system, which is an essential complex of organs and tissues that ensures the support and movement of the human body. The sexual differences in the formation of the musculoskeletal system in children are revealed, and this process is characterized in different age periods, namely: preschool, early school, and adolescence. The functional characteristics of individual components of the skeleton and muscles within the musculoskeletal system are described, and the relationship between the stages of its formation and functioning in different age periods of a person is established.

Keywords: skeleton; bone; muscles; growth; physical development; musculoskeletal system.

Вивчення стану здоров'я людини – це актуальна та важлива галузь науки. Аналіз кількісних та якісних показників функціональних систем та організму дозволяє оцінити рівень фізичного та психічного здоров'я, виявити можливі відхилення в розвитку та вчасно вжити заходів для їх корекції.

Вивчення цих аспектів дозволяє розробляти індивідуальні стратегії для підтримання та поліпшення здоров'я, а також виявляти ризики та вчасно реагувати на можливі проблеми. Такий комплексний підхід дозволяє зберігати та поліпшувати якість життя людей.

Тісний зв'язок між станом опорно-рухового апарату та здоров'ям людини доведено у багатьох наукових дослідженнях, у яких зазначається, що відсутність відхилень у стані кістково-м'язової системи є обов'язковою умовою нормального функціонування організму в цілому.

Взаємозв'язки між функціональними порушеннями опорно-рухового апарату та

показниками фізичного стану досліджуються і описуються в спеціальній науковій та методичній літературі.

Мета статті – вивчення та аналіз будови та функцій опорно-рухового апарату, а також вікових особливостей цієї системи є актуальним напрямком в науково-методичній літературі. Дослідження в цій галузі допомагають розуміти фізіологію та патологію опорно-рухового апарату в різних вікових групах, враховуючи важливі аспекти росту, розвитку та старіння.

Опорно-рухова система є важливою частиною організму, що забезпечує рух в просторі та здатність взаємодіяти з навколишнім середовищем. Опорно-руховий апарат складається з м'язів і кісток, що забезпечують опору та можливість руху для тіла. Зазвичай, кістяк (скелет) людини складає близько 15–20% від загальної маси тіла, а м'язи – близько 40–50% [5]. Так, опорно-руховий апарат піддається суттєвим змінам протягом усього процесу розвитку від народження до старіння. Ці зміни відбуваються на різних рівнях, включаючи морфологічні, функціональні та структурні аспекти. В процесі трудової діяльності доросла людина може постійно удосконалювати свої рухові навички. Це може відбуватися через практику, навчання, а також адаптацію до нових умов і вимог роботи.

Опорно-руховий апарат людини дійсно можна розділити на пасивну і активну частини. Пасивною частиною є скелет, який надає тілу структурну підтримку, форму та захист внутрішніх органів. Скелет складається з кісток, хрящів, суглобів та зв'язків.

Активною частиною є м'язи, які відповідають за виконання рухів та дії. М'язи скорочуються та розслабляються, генеруючи силу, що дозволяє тілу виконувати рухи. Під час трудової діяльності м'язи працюють, а також можуть удосконалювати свої функції та навички, адаптуючись до потреб конкретної роботи [4].

Скелет виконує важливу функцію у збереженні форми тіла та наданні йому опори і структури. Так, у скелеті дорослої людини дійсно налічується близько 206 кісток. Це число може коливатися залежно від індивідуальних особливостей, наприклад, наявності додаткових кісток у деяких людей. Кістки скелета виконують ряд важливих функцій, зокрема опорну, захисну, рухову та кровотворну, які допомагають організму забезпечувати оптимальне функціонування [5]. Верхні кінцівки виконують функцію опори в комбінації з руховою активністю. Плечовий, ліктьовий та зап'ястковий суглоби взаємодіють для виконання різноманітних рухів, що дають можливість робити виснажливу працю та діяти в середовищі. Рухові кістки верхніх кінцівок, є своєрідними важелями, які дозволяють здійснювати контрольовані рухи та використовувати силу для виконання завдань. Долоні та пальці забезпечують можливість тримати і маніпулювати предметами та взаємодіяти з навколишнім середовищем.

Нижні кінцівки в основному виконують опорну функцію. Кістки нижніх кінцівок, такі як стегна, гомілки та стопи, сприяють підтримці ваги тіла та стабільності. Кістки нижніх кінцівок тісно з'єднані з кістками таза, утворюючи суглоби таза. Це сприяє стабільності та великій опорі, особливо під час статичних положень. Нижні кінцівки відіграють ключову роль у забезпеченні опори для тіла та виконанні різноманітних рухів, такі як ходьба, біг, стрибки та повороти. Адаптація верхніх та нижніх кінцівок віддзеркалюється в їхній будові, структурі та функціональних можливостях, що відповідає різним завданням, які ставить перед людиною її оточення та спосіб життя. Стопа має поперечні і повздовжні склепіння, які надають їй унікальні структурні особливості та функціональні можливості. Ці склепіння грають важливу роль у підтримці тіла, розподілі ваги при ходьбі та руханні, а також у поглинанні ударів і амортизації під час ходьби.

Хребет є надзвичайно важливою частиною опорно-рухового апарату людини. Він виконує ряд важливих функцій, включаючи опору для голови, верхніх і нижніх кінцівок, тулуба та захист внутрішніх органів [1].

Кістки відіграють не лише структурну роль у скелеті, а й важливу функцію у регуляції мінерального обміну та кровотворенні, що є необхідним для підтримки здоров'я організму. Так, наприклад кістки є місцем, де накопичуються мінеральні солі, особливо

кальцій та фосфор. Ці мінерали є важливими для зміцнення кісткової системи, а також для нормального функціонування м'язів, нервової системи і інших органів. Деякі кістки, такі як кістки таза, стегна і ребра, містять червоний кістковий мозок. Ця тканина виробляє кров'яні клітини у процесі кровотворення, включаючи еритроцити, лейкоцити і тромбоцити. Гемопоез є важливим для забезпечення організму достатньою кількістю крові і функціонуванням імунної системи [5].

Скелет людини складається з кісток, які можна поділити на два основні типи: кістки, які з'єднуються між собою рухомо за допомогою суглобів, і кістки, які є нерухомими.

Суглоби дозволяють виконувати різноманітні рухи (згинання, розгинання, відведення та ін.) і забезпечують гнучкість та рухливість скелета.

Деякі кістки, такі як кістки черепа, хребта та таза, мають обмежений рух і служать для структурної підтримки та захисту внутрішніх органів.

М'язи є двигунами організму і відповідають за виконання різних рухів. За допомогою скорочення та розслаблення м'язів, скелет виконує рухи у просторі. М'язовий тонус (стійкість м'язів до розтягування або скорочення) забезпечує правильне положення тіла та підтримує стабільність. Завдяки м'язовій динаміці можливість виконання різноманітних рухових вправ, включаючи ходьбу, біг, підйом важких предметів [4].

Процес внутрішньоутробного розвитку включає період, коли ембріон знаходиться в матці. Цей період ділиться на різні тижні. Скелет формується з мезенхімальної клітинної тканини, яка є певним видом зародкової тканини. Мезенхіма є пластичною і може диференціюватися в різні клітини, включаючи остеобласти (клітини, що утворюють кістку). На 5–8 тижнях внутрішньоутробного розвитку мезенхімальні клітини формують мембрану, яка визначає основи майбутнього скелету. Ця мембрана стане основою для розвитку кісток черепа, та інших частин скелета. Мезенхімальні клітини диференціюються в остеопрогенітори та, зрештою, в остеобласти – клітини, що утворюють кістку. Остеобласти починають синтезувати органічний матеріал, що утворює кісткову матрицю, і кальцій, фосфор та інші мінерали починають осідати в цій матриці, утворюючи тверді кісткові структури. Різні частини скелета формуються в різний час із різних ділянок мезенхіми. Ранній розвиток скелета формує базову структуру, яка буде згодом рости та розвиватися протягом дитячого та підліткового періодів [3].

У ранніх стадіях розвитку зародка у людини відбувається формування зябрових дуг та інших структур черепа. Так у розвитку зародка, на ранніх стадіях, формуються зяброві дуги, які є тимчасовими структурами. Ці дуги є ембріональними аналогами зябрових дуг у риб та амфібій. Хоча в людини зяброві дуги не розвиваються до кінця, вони мають значення в розвитку різних структур голови та ший.

Більшість кісток черепа людини починають костеніти на завершальних стадіях ембріонального розвитку, близько в кінці другого або на початку третього місяця внутрішньоутробного розвитку. Процес костеніння черепа триватиме під час дитинства та підліткового періоду, і в кінці кістки черепа будуть повністю сформовані.

Хребці, які утворюють хребетний стовп, розвиваються як вторинні кістки, що означає, що вони спочатку формуються у вигляді хрящових моделей, а потім приймають процес окостеніння. Процес окостеніння хребетного стовпа відбувається в обов'язково визначеному порядку, починаючи з відокремлення від хрящової моделі до утворення повноцінних кісток. Вогнища окостеніння можуть спочатку з'являтися в грудних хребцях через різноманітні фактори, і з часом можуть поширюватися до інших частин хребта, включаючи шийний і куприковий відділи.

Важливою характеристикою розвитку скелета є те, що більшість кісток пояса верхніх кінцівок, за винятком ключиці, проходять через хрящову стадію перед тим, як вони повністю остеоцитуються (перетворюються на кісткову тканину). Цей процес називається остеогенезом.

Під час ембріонального розвитку кістки утворюються з хрящових моделей шляхом процесу, який включає хондроцити. Поступово ці хрящові моделі проходять через процес

остеогенезу, під час якого хрящова матриця замінюється кістковою тканиною. Цей процес розпочинається у певних точках кістки, відомих як епіфізи (для довгих кісток), і поширюється вздовж кістки протягом розвитку.

Формування скелетних м'язів починається на дуже ранніх етапах розвитку людини та є важливою частиною формування кістково-м'язової системи. Процес формування м'язової системи відбувається на дуже ранніх етапах внутрішньоутробного розвитку людини. Організація та розвиток м'язів і сухожилля починається вже на ранніх стадіях ембріонального розвитку. На 8-й тиждень внутрішньоутробного розвитку у плода помітні вже всі м'язи. До 10-го тижня розвиваються їх сухожилля. Організація м'язів і сухожилля пов'язана зі спеціалізованими клітинами, які називаються міоцитами і фібробластами, а також з хімічними сигналами, що контролюють їх ріст і розвиток.

Зв'язок первинної закладки м'язів з відповідними нервами виявляється вже на 2-му місяці розвитку. Це відбувається за рахунок спеціалізованих сигналів та взаємодії між нервовою та м'язовою системами, які визначають майбутні шляхи руху.

Рухові нервові закінчення вперше з'являються на 4-му місяці внутрішньоутробного розвитку. Це означає, що під час цього періоду м'язи вже мають зв'язок з нервовою системою, але рухові нервові сигнали ще не почали відправлятися для активації цих м'язів. Цей етап відіграє важливу роль у підготовці до подальшого розвитку рухової системи.

Дошкільний вік визначається як найважливіший період у формуванні фізичного розвитку дитини, оскільки саме тоді закладаються основи для подальших фізичних навичок і здорового способу життя. На цьому етапі дитина активно взаємодіє з навколишнім світом, розвиває рухові навички, формує своє тіло та вчиться взаємодіяти з іншими [3].

У цьому віці відбувається активний ріст та розвиток скелета, м'язів і нервової системи. Пропорції тіла помітно змінюються. У дітей у віці 6–7 років голова становить приблизно 1/6 довжини тіла. Це відображає пропорційні зміни, які відбуваються в процесі росту та розвитку.

У ранньому дитячому віці, коли голова становить відносно великий відсоток від загальної довжини тіла, це є типовою рисою росту. За часом, пропорції тіла змінюються: тулуб та кінцівки починають зростати швидше, ніж голова, і тому в середньому точці довжини тіла (яка зазвичай знаходиться в районі стегон) відбувається зміщення, оскільки голова займає менший відсоток від загальної довжини.

Це є частиною нормального фізіологічного процесу росту та розвитку людини і відображає динаміку різниці у рості різних частин тіла.

Стопа дітей дошкільного віку відрізняється від стопи дорослої людини з ряду причин, включаючи наявність підшкірно-жирового шару та меншу розвиненість м'язів. Склепіння стопи у маленьких дітей може бути менш вираженим через недостатню розвиненість м'язів і суглобів, а також наявність підшкірно-жирового шару. Це може створювати враження плоскої стопи, особливо при невірному способі стояння або ходьби.

У дошкільному віці стопа перебуває у стадії активного росту та розвитку, і її формування ще не завершено. В цей період будь-які негативні впливи, такі як носіння невідповідного взуття або неправильна постава при ходьбі, можуть призводити до різних функціональних відхилень, включаючи плоскостопість або інші проблеми зі стопою. Контроль та діагностика є важливим елементом забезпечення оптимального розвитку та функціонування опорно-рухової системи у дітей, що відіграє ключову роль у запобіганні можливих проблем зі стопою у майбутньому [2].

Розвиток хребта – це динамічний процес, який включає формування та зміни вигинів хребта з ростом та фізичним розвитком дитини. До 5–6 років поперековий вигин може бути менше фіксованим, і він може тимчасово зникати, коли дитина лягає. Це пов'язано з розвитком м'язів та змінами у внутрішніх структурах хребта. Шийний та грудний вигини дитини до 5–6 років є дуже чітко вираженими. Це важливо для підтримання правильної осанки та забезпечення стійкості голови. Фіксація поперекового вигину відбувається поступово під час фізичного розвитку. Цей процес може тривати до підліткового віку.

Відсоток маси м'язів відносно невеликий у дітей віком від 3 до 5 років, і складає лише 23,3% від загальної маси тіла. Проте, ця цифра може змінюватися залежно від індивідуальних особливостей кожної дитини.

Зростання маси м'язів у дітей відбувається завдяки кільком факторам, включаючи збільшення довжини м'язових волокон, збільшення товщини волокон, а також збільшення кількості м'язових міофібрил. Ці процеси відбуваються внаслідок тренування, фізичної активності і правильного харчування.

Щодо розвитку моторики, важливо враховувати, що у дітей цього віку руховий апарат ще знаходиться у процесі формування. Хоча дитина вже може вільно володіти своїми м'язами у віці 6 років, точні рухи можуть все ще вимагати значних зусиль і тренувань. Це пов'язано з тим, що координація рухів розвивається поступово, а дитина потребує часу і досвіду, щоб досягти високого рівня точності у своїх рухах. Тому важливо забезпечувати дітей різноманітними іграми та вправами, які сприяють розвитку моторики та координації.

Молодший шкільний вік – охоплює період від 7 до 11 років, є важливим етапом у фізичному та психічному розвитку дитини. У цей період виявляються різні ознаки в типі росту і дозріванні між хлопчиками та дівчатками. У дітей в даний період, розвивається складна координація рухів дрібних м'язів. Паралельно з цим у дітей в цьому віці дійсно спостерігається інтенсивний ріст та розвиток хребта. Поперекові та нижні грудні хребці активно зростають, що підтверджує підготовку організму до подальшого росту та розвитку. Цей процес також може впливати на координацію рухів, оскільки структурні зміни в хребті можуть впливати на загальну стійкість та спритність дитини під час виконання різних завдань.

До 11 років можуть виявлятися різниці у конституційному типі складу тіла між хлопчиками та дівчатками. Хлопчики можуть мати більше костистої маси та м'язової маси, тоді як дівчата можуть мати більше жирової тканини. Також цей період може бути початком процесу статевого дозрівання. У хлопчиків може збільшуватися розмір яєчок та починати розвиватися волосняний покрив, а у дівчаток може настати початковий етап менструації.

Після 9 років у дітей виявляються відмінності у формі таза між хлопчиками і дівчатками. Ця відмінність у формі таза відображає статеві різниці у розвитку скелетної системи. У хлопчиків таз є вищим і вужчим, що є характеристикою чоловічої анатомії. У дівчаток таз більший широкій, що пов'язано з природними анатомічними особливостями жіночого тіла, спрямованими на забезпечення оптимальних умов для вагітності та пологів.

Ці анатомічні відмінності у формі таза є частиною біологічних різниць між статями і відображаються на різницях у розвитку скелетної системи у хлопчиків та дівчат після 9 років [3]. У віці 7–11 років показники м'язової сили дітей залишаються відносно низькими через те, що їх м'язова система ще не повністю сформована. Це означає, що силові навантаження, особливо статичні, можуть приводити до швидкого відчуття стомлення. У цьому віці діти частіше здатні виконувати короткотривалі динамічні вправи, оскільки вони вимагають меншої концентрації м'язового зусилля та дозволяють використовувати енергію швидше. Такі вправи можуть бути спрямовані на розвиток швидкості, координації та реакції. Важливо пам'ятати, що фізичні навантаження для дітей цього віку повинні бути адаптованими до їхніх фізичних здібностей та розвитку.

У молодшому шкільному віці точність рухів дітей значно зростає, і приблизно від 9–10 років вони здатні виконувати рухи з точністю, подібною до дорослих.

Оволодіння точністю рухів пов'язане з дозріванням вищих центрів регуляції рухових дій та з вдосконаленням рефлекторних шляхів. Зокрема, процеси мієлінізації нервових волокон грають важливу роль у поліпшенні швидкості передачі нервових імпульсів і, відповідно, у підвищенні точності рухів.

Разом з розвитком точності рухів у дітей також розвивається їхня здатність координувати рівень м'язового напруження. Це важливий аспект, оскільки він дозволяє

дитині керувати силовими рухами і виконувати завдання з різними вимогами щодо сили.

Формування витривалості, включаючи витривалість скелетних м'язів, є важливою складовою фізичного розвитку дітей. Витривалість означає здатність виконувати фізичну роботу протягом тривалого часу без втоми. Вона є важливою для здоров'я серця та судин, загальної фізичної працездатності та здатності до активного способу життя.

Підлітковий період відзначається значними змінами у фізичному зростанні та розвитку тіла. Діти підліткового віку досягають завершення росту в довжину, що означає, що їхній зріст в зростанні перестає збільшуватися. Для хлопчиків це може відбуватися приблизно від 14 до 17 років, для дівчат – від 10 до 14 років. Під час підліткового періоду та активного фізичного навантаження збільшується синтез білків, що призводить до зростання м'язової маси та міцності. Також в під час цього періоду відбуваються значні гормональні зміни, такі як вироблення тестостерону у хлопців та естрогену у дівчат, що може сприяти зміцненню м'язів та скелета. Усі ці фактори можуть привести до підвищення міцності скелета, зміцнення м'язів та покращення фізичної працездатності під час підліткового періоду [3].

В періоди від 14 до 17 років для хлопчиків і від 10 до 14 років для дівчат є приблизними віковими рамками, коли спостерігається значне зміцнення скелетної системи, включаючи хребет. У цей період також помітно збільшуються пропорції тіла, м'язова маса, функціональні резерви і фізична працездатність як у хлопців, так і в дівчат.

У хлопчиків, під час підліткового періоду, зазвичай спостерігається більш значне зростання м'язової маси та сили порівняно з дівчатами, через біологічні особливості фізичного розвитку. Цей період є важливим для формування фізичних здібностей та розвитку загальної фізичної підготовленості.

Під час періоду підліткового росту і розвитку, коли хребет активно формується, також спостерігається розвиток грудної клітки. Грудна клітка набуває більш циліндричної форми, що є частиною нормального фізіологічного процесу розвитку.

Форма грудної клітки може змінюватися під впливом фізичних вправ, особливо у період активного фізичного розвитку, такого як підлітковий вік.

Інтенсивний розвиток лицьової частини черепа починається приблизно з 13–14 років і триває протягом періоду статевого дозрівання. У цей період встановлюється остаточне співвідношення між мозковою і лицьовою частинами черепа, коли череп досягає свого практично повного розвитку. Цей процес є нормальним фізіологічним явищем і відображається у формуванні зовнішнього вигляду обличчя та голови [1]. У підлітковому віці, зазвичай у період після пубертатного зростання (приблизно від 16 до 18 років для хлопців і трохи раніше для дівчат), поступово відбувається зростання крижових хребців у єдину кістку, яка називається крижами. У дівчаток незрелі кістки таза можуть бути дуже чутливими до зміщень, особливо при великих навантаженнях, таких як різкі стрибки з великої висоти або носіння взуття на високих підборах. Під час таких дій може відбуватися зміщення кісток таза, що може призвести до неправильного зрощення їх і звуження виходу з порожнини малого таза. У 13–14 років таз стає таким же, як і в дорослих.

У чоловіків розвиток скелета, а також процес окостеніння хребців, зазвичай завершується приблизно до 20–24 років. У жінок ці процеси відбуваються трохи швидше, і розвиток скелета закінчується приблизно на 2–3 роки раніше, а окостеніння хребців може завершитися у віці приблизно 20–22 роки [5].

Грудна клітка дорослої людини зазвичай є широкою. Це пов'язано з вертикальним положенням тіла, при якому внутрішні органи давлять своєю масою в напрямку, паралельному грудині. Така будова грудної клітки допомагає підтримувати стійкість і захищає внутрішні органи від травм та ударів.

Шви черепа поступово заростають, і до 30 років життя людини майже повністю закриваються кістковою тканиною. Після того, як шви заростуть, череп стає більш стійким і менш гнучким, але все ще здатним виконувати свої функції захисту мозку та підтримки органів черепної порожнини [5].

Статеві відмінності у будові черепа – одна з характерних особливостей фізичного розвитку між чоловіками та жінками. Чоловічий череп, як правило, більший за жіночий. Це стосується як об'єму, так і розмірів окремих кісток черепа. У жінок череп може бути більш округлим, а у чоловіків – менш округлим і більше витягнутим уздовж. У чоловіків лицева частина черепа частіше буває більш розвиненою, з більш виразними контурами, і може мати більше виступів. Видимість горбиків і виступів черепа, особливо в області, де прикріплюються м'язи, може бути більшою у чоловіків.

До 25–32 років, під час підліткового та молодіжного періоду, може відбуватися активний ріст та розвиток м'язової маси. В дорослому віці маса м'язів в середньому становить приблизно 44,2% від маси всього тіла. Інтенсивні тренування та фізична активність можуть сприяти збереженню та розвитку м'язової маси. Діаметр м'язових волокон може збільшуватися приблизно до 35 років. Це пов'язано з процесами гіпертрофії (збільшення розміру) м'язових волокон від тренувань.

Процеси старіння супроводжується фізіологічними та структурними змінами в різних системах тіла, і ці зміни можуть впливати на рухову активність осіб літнього віку. З віком спостерігається втрата м'язової маси і зменшення сили м'язів. Це може впливати на здатність виконувати фізичні завдання, такі як підйом важкостей чи стабільність при ходьбі. Зниження еластичності суглобів та зменшення синовіальної рідини можуть впливати на гнучкість і комфортність рухів. Остеоартроз та інші захворювання суглобів можуть стати більш поширеними. У літньому віці може спостерігатися втрата кісткової густини (остеопороз), що підвищує ризик переломів і може впливати на стійкість та витривалість кісток.

З віком може знижуватися еластичність судин, підвищуватися артеріальний тиск та зменшуватися кардіоваскулярна ефективність. Це може впливати на здатність до аеробної активності.

Зменшення кількості та функцій нейронів може впливати на координацію та реакції на рухові подразники. Зменшення рефлексів та реакцій може впливати на стійкість і безпеку під час руху. Характеристики загальної енергії та витривалості можуть погіршуватися з віком, що впливає на здатність виконувати тривалі фізичні вправи.

Фізична активність, регулярні тренування та здоровий спосіб життя можуть допомагати зменшити негативні впливи старіння на рухову активність та підтримати загальне фізичне здоров'я у літньому віці.

Таким чином, опорно-рухова система є однією з найважливіших систем організму людини, що забезпечує підтримку та рухову активність. Аналізуючи формування опорно-рухового апарату на різних вікових етапах, можна зробити наступні висновки:

Скелет виконує різноманітні функції, серед яких:

- Опорна функція: Скелет забезпечує опору для всіх м'яких тканин та органів, допомагаючи підтримувати правильне положення тіла і змінюючи його положення за допомогою м'язів. Це дозволяє людині стояти, рухатися та виконувати різні активності.
- Захисна функція: Скелет виконує важливу роль у захисті внутрішніх органів від травм та ушкоджень. Кістки, такі як череп, ребра та кістки таза, оберігають м'які тканини, такі як мозок, серце та органи травлення, від ушкоджень.
- Кровотворна функція: Кістковий мозок, який міститься всередині деяких кісток, є місцем утворення крові. Він виробляє червоні кров'яні клітини (еритроцити), білі кров'яні клітини (лейкоцити) і тромбоцити, необхідні для здоров'я та функціонування кровоносної системи.
- Депозитарна функція: Скелет служить депозитарієм для мінеральних солей, таких як кальцій та фосфор. Ці мінерали можуть використовуватися для підтримки різних фізіологічних процесів в організмі, включаючи регулювання кислотно-лужного балансу, скорочення м'язів та забезпечення міцності кісток.

Кістки надають структурну підтримку організму та захищають внутрішні органи від травм і ушкоджень. Наприклад, череп захищає мозок, а ребра захищають органи в грудній клітині. Вони служать мінеральним резервуаром, зберігаючи мінерали, такі як кальцій і фосфор. Ці мінерали можуть вивільнятися в кров для забезпечення інших важливих функцій організму. Також кістки можуть служити біологічним захистом від зовнішніх факторів. Кісткова тканина може послаблювати вплив зовнішнього електромагнітного випромінювання, захищаючи клітини, які знаходяться у губчастих кістках, таких як червоний кістковий мозок. Кістки є важливою частиною гомеостазу, тобто підтримання стабільності внутрішнього середовища організму. Вони можуть взаємодіяти з іншими системами, такими як ендокринна система, для забезпечення необхідного рівня мінералів у крові. Отже, кістки виконують не лише структурні, але і біологічні функції, роблячи їх важливим елементом фізіології організму.

В ембріональному періоді розвитку людини скелет формується трохи пізніше, ніж інші органи і системи організму. Таким чином, ембріональний розвиток скелета – це складний процес, який включає в себе хрящові та кісткові етапи, і визначальну роль в ньому відіграють генетичні та ендокринні чинники.

Дошкільний вік – закладаються основи культури рухів. Діти вчаться різним видам рухової діяльності, розвивають моторику, координацію рухів та елементарні навички. В цьому періоді відбувається інтенсивний розвиток фізичних якостей, таких як міцність, витривалість, гнучкість та швидкість. Спостерігається сповільнення темпу росту порівняно з першими роками життя. Пропорції тіла можуть змінюватися, наприклад, зменшується відношення голови до росту, і дитина отримує більш струнку фігуру. Процес окостеніння скелету ще не завершений. Деякі кістки можуть залишатися хрящовими або бути тільки частково окостенілими. Це важливий період для формування кісткового апарату.

Під час молодшого шкільного віку виявляються різні ознаки росту та дозрівання між хлопчиками і дівчатками. Це може включати різниці в типі росту, розвитку м'язової маси та форми тіла. У цьому віці діти розвивають більш складну координацію рухів дрібних м'язів, що є важливим для виконання різних завдань, таких як письмо, малювання та інші навички. Виявлення відмінностей у формі таза між хлопцями і дівчатами є однією з ознак, що вказують на статеві різниці в розвитку скелетно-м'язової системи. Триває посилення темпів росту хребта, що впливає на загальну структуру тіла.

У підлітковому віці відбувається повне формування пропорцій тіла. Збільшення розмірів тіла допомагає досягти більш гармонійного фізичного вигляду. Статеві відмінності стають більш помітними у швидкості росту, відставання приросту маси від приросту довжини тіла, оскільки ріст має тенденцію переважати над набором маси та збільшенням маси скелетних м'язів. У дорослих людей і осіб літнього віку відбуваються різні зміни в опорно-руховому апараті, які впливають на їхні рухові можливості та якість життя.

У дорослих кістки перестають рости у довжину, а їх хрящові частини заміщуються кістковою тканиною, що призводить до закриття ростових зон. Це припинення росту у довжину означає, що особа досягла своєї максимальної можливої висоти.

У літньому віці можуть відбуватися різні зміни в суглобах, такі як втрата еластичності у хрящах та зв'язках, зменшення виділення синовіальної рідини та збільшення товщини синовіальної капсули. Ці зміни можуть призвести до збільшення тертя в суглобах, скованості рухів та зменшення амплітуди та швидкості рухів. Також можливе погіршення процесів координації рухів, що може призводити до менш точних і менш стабільних рухів.

Ці зміни є частиною нормального процесу старіння, проте збереження активного способу життя, фізичної активності та здорового способу харчування може допомогти зменшити їхній вплив та зберегти оптимальний рівень функціональності опорно-рухового апарату.

Список використаних джерел

1. Анатомія та фізіологія з патологією / за ред. Я. І. Федонюка, Л. С. Білика, Н. Х. Микули. Тернопіль: Укрмедкнига, 2002. 680 с.
2. Бичук І. Біомеханічні характеристики стопи хлопчиків старшого дошкільного віку в сагітальній площині. *Збірник наукових праць Волинського національного університету імені Лесі Українки*. 2009. № 4. С. 55–61.
3. Вікова фізіологія: підручник / П. Д. Плахтій та ін.; за ред. П. Д. Плахтія. Львів: Новий Світ-2000, 2020. 340 с.
4. Коляденко Г. І. Анатомія людини: підручник для студ. природ. спец. вищ. пед. навч. закл. 5-те вид. Київ: Либідь, 2009. 384 с.
5. Маруненко І. М., Неведомська В. О., Бобрицька В. І. Анатомія і вікова фізіологія з основами шкільної гігієни курс лекцій. Київ, 2004. 480 с.

References

1. Fedoniuk, Ya. I., Bilyk, L. S., Mykula, N. Kh. (2002). Anatomiiia ta fiziologiiia z patolohiieiu. Ternopil: Ukrmedknyha [in Ukrainian].
2. Bychuk, I. (2009). Biomekhanichni kharakterystyky stopy khlopchykiv starshoho doshkilnoho viku v sahitalnii ploshchyni. *Zbirnyk naukovykh prats Volynskoho natsionalnoho universytetu imeni Lesi Ukrainky*, 4, 55–61 [in Ukrainian].
3. Plakhtiy, P. D., Rubanovka, N. V., Plakhity, D. P., Kolodiy, V. A. Age physiology (2000). P. D. Plakhtiy (Ed.). Lviv: New World [in Ukrainian].
4. Koliadenko, H. I. (2009). Anatomiiia liudyny. Kyiv: Lybid [in Ukrainian].
5. Marunenko, I. M., Nevedomska, V. O., Bobrytska, V. I. (2004). Anatomiiia i vikova fiziologiiia z osnovamy shkilnoi hihiieny kurs leksi. Kyiv: Profesional [in Ukrainian].

ДЕМОГРАФІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Оксана Герасименко

канд. пед. наук, доцент кафедри географії, геодезії та землеустрою,
Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини
ORCID: 0000-0003-0127-0953
E-mail: oksana1974herasymenko@ukr.net

Інна Рожі

канд. пед. наук, доцент кафедри географії, геодезії та землеустрою,
Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини
ORCID: 0000-0002-7950-525X
E-mail: inna.rozhi.93@gmail.com

Геодемографічні процеси є важливими показниками розвитку регіону. Аналіз показників руху населення – природного та механічного, статеві-вікової структури, навантаження на працездатне населення дітьми, пенсіонерами, визначають основні показники демографічних процесів досліджуваної території. У статті проаналізовано демографічні показники населення Одеської області упродовж 1990–2022 р. та зроблено спробу моделювати втрати чисельності населення у результаті російсько-української війни. Висвітлений аналіз науково-методичної літератури, який засвідчив проблематику дослідження з точки зору регіональних характеристик геодемографічних показників Одеської області.

Ключові слова: геодемографічні процеси; народжуваність; смертність; міграційні процеси; Одеська область; населення; віковий склад; демографічне навантаження.

DEMOGRAPHIC FEATURES OF THE ODESSA REGION

Oksana Herasymenko

candidate of pedagogical sciences, associate professor of the department of geography, geodesy and land management, Pavlo Tychyna Uman state pedagogical university
ORCID: 0000-0003-0127-0953
E-mail: oksana1974herasymenko@ukr.net

Inna Rozhi

candidate of pedagogical sciences, associate professor of the department of geography, geodesy and land management, Pavlo Tychyna Uman state pedagogical university
ORCID: 0000-0002-7950-525X
E-mail: inna.rozhi.93@gmail.com

Geodemographic processes are important indicators of the region's development. Analysis of indicators of population movement – natural and mechanical, sex-age structure determine the main indicators of demographic processes of the studied territory. The article analyzes the demographic indicators of the Odesa region. Analysis of the demographic situation in the Odesa region for 1990–2022 indicates the existence of negative trends, in particular, the reduction of the existing population from 2,619,469 people in 1990 to 2,340,332 people in 2022. Forced migration is the main but not the only source of population decline. In migration, the geographical factor is very influential, namely the distance of the current place of residence from the place of previous residence. With the beginning of a full-scale war, the situation with the factors affecting the demographic state changed fundamentally: the mechanical movement of the population came to the fore. Descriptive, literary, statistical, economic-mathematical, historical, comparative, cartographic research methods were used in the performance of the work. It is described that forced migration is the main but not the only source of the decrease in the number of people. In addition to migration processes, the dynamics of the number of people will be affected by the increase in mortality both among people who directly participate in hostilities and among people who remained in the conflict zone. On the one hand, it will reduce the population aged 18–60. On the other hand, taking into account that the migratory mobility of people of retirement age is significantly inferior to the level of this indicator in younger groups, in addition, old pensioners are not able to leave for safe territories on their own, they are also the group with the greatest risks. Attempt was made to simulate population losses as a result of the Russian-Ukrainian war.

Keywords: geodemographic processes; birth rate; mortality; migration processes; Odesa region; population; age structure; demographic load.

Демографічні показники є одними з визначальних для забезпечення сталого розвитку регіону, а проблеми оптимального демографічного розвитку є важливими для визначення першочергових інтересів держави, як показник та фактор економічного функціонування. Від характеристики працездатного населення, показників природного та механічного рухів населення, статево-вікової структури залежить розвиток трудового потенціалу та, як результат, величина сукупного національного доходу держави. Для дослідження нами було обрано Одеську область.

Демографічні характеристики населення є актуальним у практичному і теоретичному сенсі, стали предметом дослідження багатьох науковців. Цікавими для нашої роботи є дослідження науковців Інституту демографії та соціальних досліджень імені М.В.Птухи НАН України. Так, монографія «Людський розвиток в Україні: мінімізація соціальних ризиків» (2010) [9] підготовлена колективом науковців Інституту демографії та соціальних досліджень імені М. В. Птухи НАН України спільно з фахівцями Державного комітету статистики України за редакцією Е. М. Лібанової висвітлює ризики, які викликані демографічними змінами, а також виклики, що стосуються зайнятості та ринку праці, окреслює важливість вивчення проблем пов'язаних з рівнем життя, бідністю, соціальним захистом, іншими аспектами суспільного добробуту.

У колективній монографії Л. М. Черенько, С. В. Полякова, В. С. Шишкін, А. Г. Реут, О. І. Крикун, Ю. Л. Когатько, В. С. Заяць, Ю. А. Клименко «Якість життя населення України та перші наслідки війни» [14] здійснено перші оцінки можливих наслідків російсько-української війни для населення України.

Питанням демогеографічної політики присвячені монографічні дослідження українських науковців.

Л. Б. Мартинова у монографії «Оцінка людського потенціалу: регіональний аналіз і прогноз» [10] аналізує розвиток демографічного потенціалу та передумови його формування в Україні, розглядає еволюцію формування та розвитку соціально-орієнтованого ринку праці, соціальну регіональну політику в управлінні розвитком людського потенціалу, проводить оцінку міграційної складової формування людського потенціалу.

У монографії А. Колот «Соціально-трудова відносина: теорія і практика» [8] досліджуються теоретичні аспекти формування взаємин у сфері праці. Особлива увага зосереджується на змінах у соціально-трудова відносинах під впливом економічної глобалізації та розвитку економіки. Аналізуються також тенденції у розвитку відносин, що діють у сфері соціально-трудова відносин.

Корисними для нашого дослідження стали наукові статті у фахових виданнях з економіки та соціально-економічної географії Г. Волинського «Про соціальну диференціацію населення» [2], І. Гукалової «Статус категорії «якість життя населення» в географії і сучасна її динаміка у регіонах України» [5], Б. Данилишина, О. Веклич «Україна в міжнародних рейтингах сталого розвитку» [6], Т. Панасенко «Аспекти соціогеографічних досліджень в контексті гуманізації географії» [11], О. Петровської «Оцінка людського потенціалу Одеського регіону» [12], У. Садової «Людський розвиток у світлі нових підходів до вимірювання якості трудового життя» [13], В. Смачило «Теоретико-методичні аспекти оцінки трудового потенціалу регіону» [15] та ін.

Для дослідження ми користувались сайтами Державної служби статистики [7], Головного управління статистики в Одеській області [4] та ін.

Вивчення науково-методичної літератури підтвердило, що проблематиці дослідження з точки зору регіональних характеристик геодемографічних показників

Одеської області приділено мало уваги. Праці здебільшого становлять дослідження в галузі економіки. Все вищезазначене, обумовило вибір теми статті, її мету та зміст.

Метою статті є аналіз природного, механічного рухів населення Одеської області (1990–2022 рр.), визначення демографічного навантаження дітьми, пенсіонерами.

При виконанні роботи використано описовий, літературний, статистичний, економіко-математичний, історичний, порівняльний, картографічний методи дослідження.

Демографічна ситуація в Одеській області за 1990–2022 рр. свідчить про скорочення чисельності наявного населення. З 2619469 осіб у 1990 р. до 2340332 осіб у 2022 р. (табл. 1). На даний показник вплинули збільшення обсягів природного скорочення, зменшення народжуваності населення, збільшення смертності, наявність міграційного приросту [4].

Таблиця 1

Динаміка чисельності населення Одеської області (1990–2022 рр.)

Роки	Населення, осіб			
	Всього	Чоловіки	Жінки	Співвідношення ж/ч
1990	2619469	1220589	1398880	1,146
2000	2490690	1165620	1325070	1,137
2014	2385433	1119721	1265712	1,130
2022	2340332	1102880	1237452	1,122

Упродовж 1990–2022 рр. чисельність населення зменшилася на 279137 осіб. У статевій структурі населення домінують жінки упродовж досліджуваного періоду: 1,146 у 1990 р. та 1,122 у 2022 р. (рис. 1–4) [7].

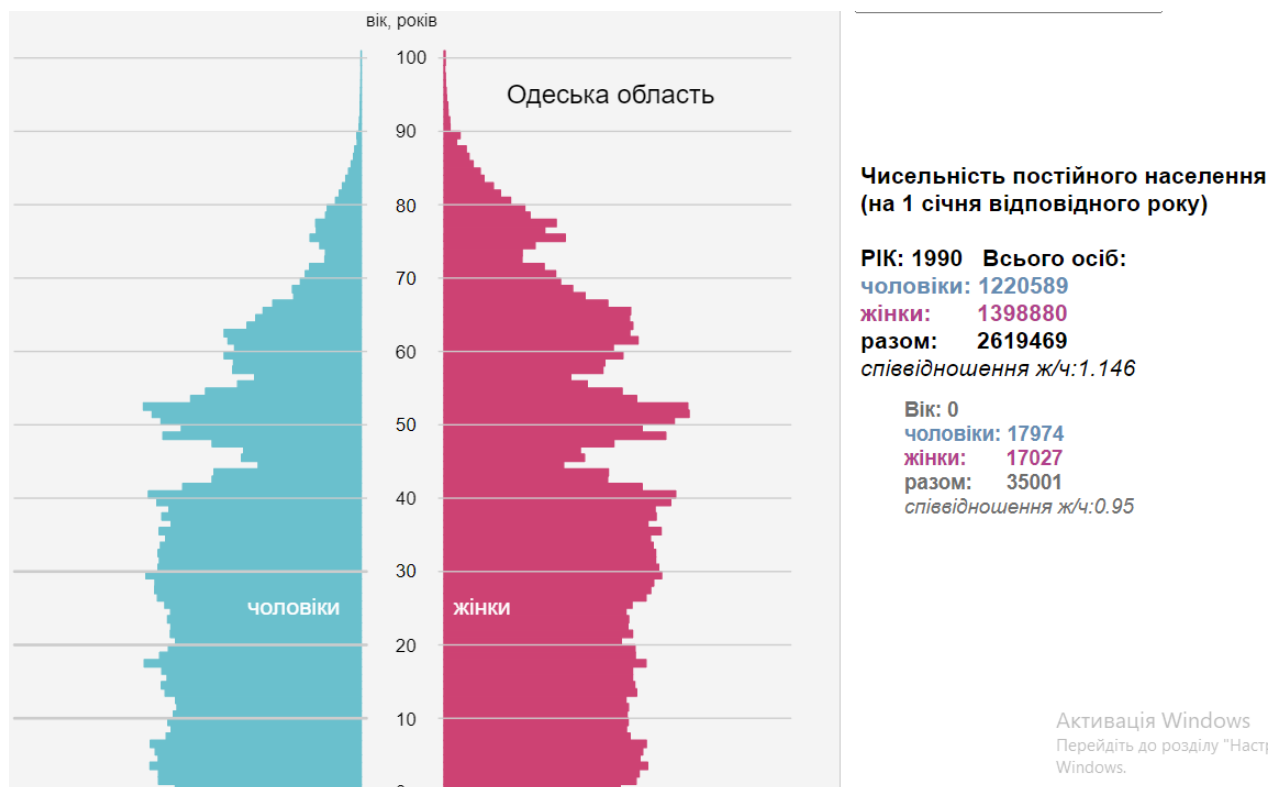


Рис. 1. Статеві-вікова піраміда населення Одеської області, 1990 р.

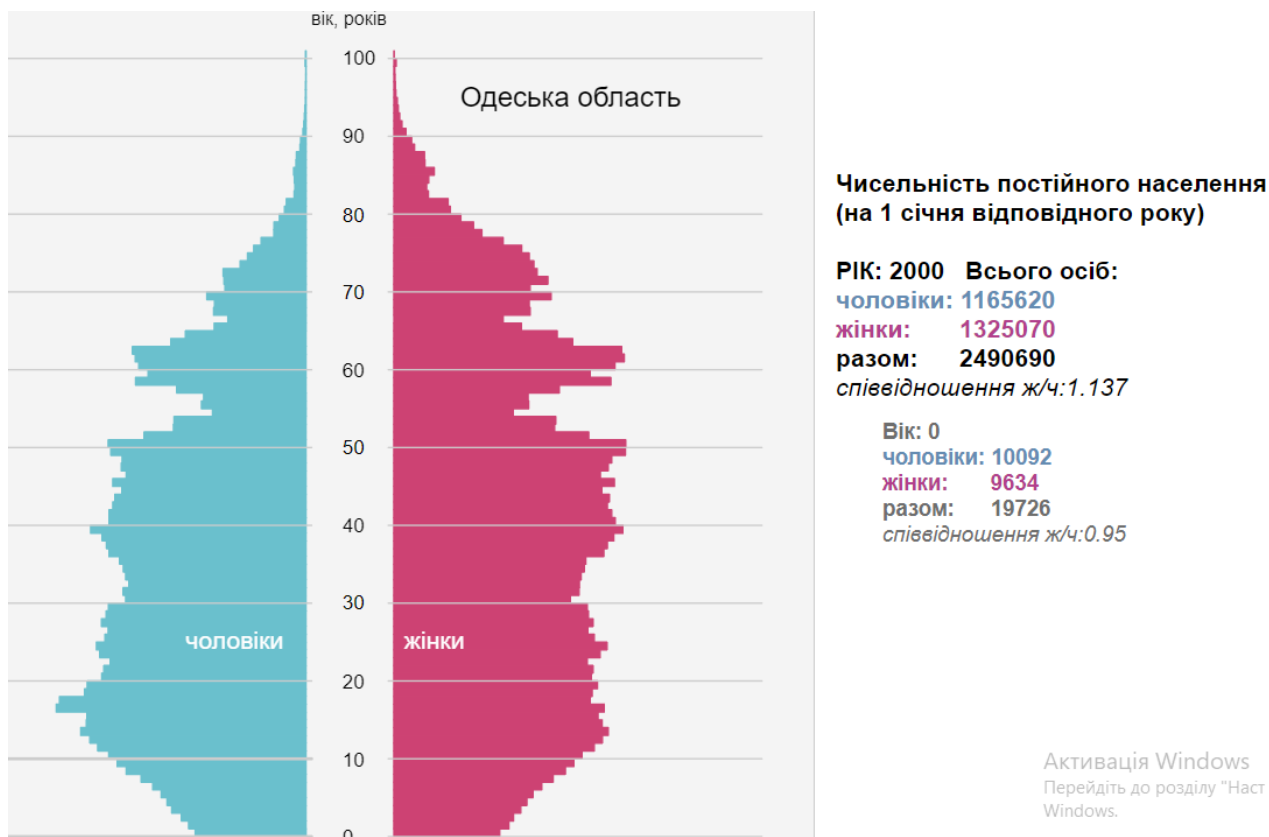


Рис. 2. Статеві-вікова піраміда населення Одеської області, 2000 р.

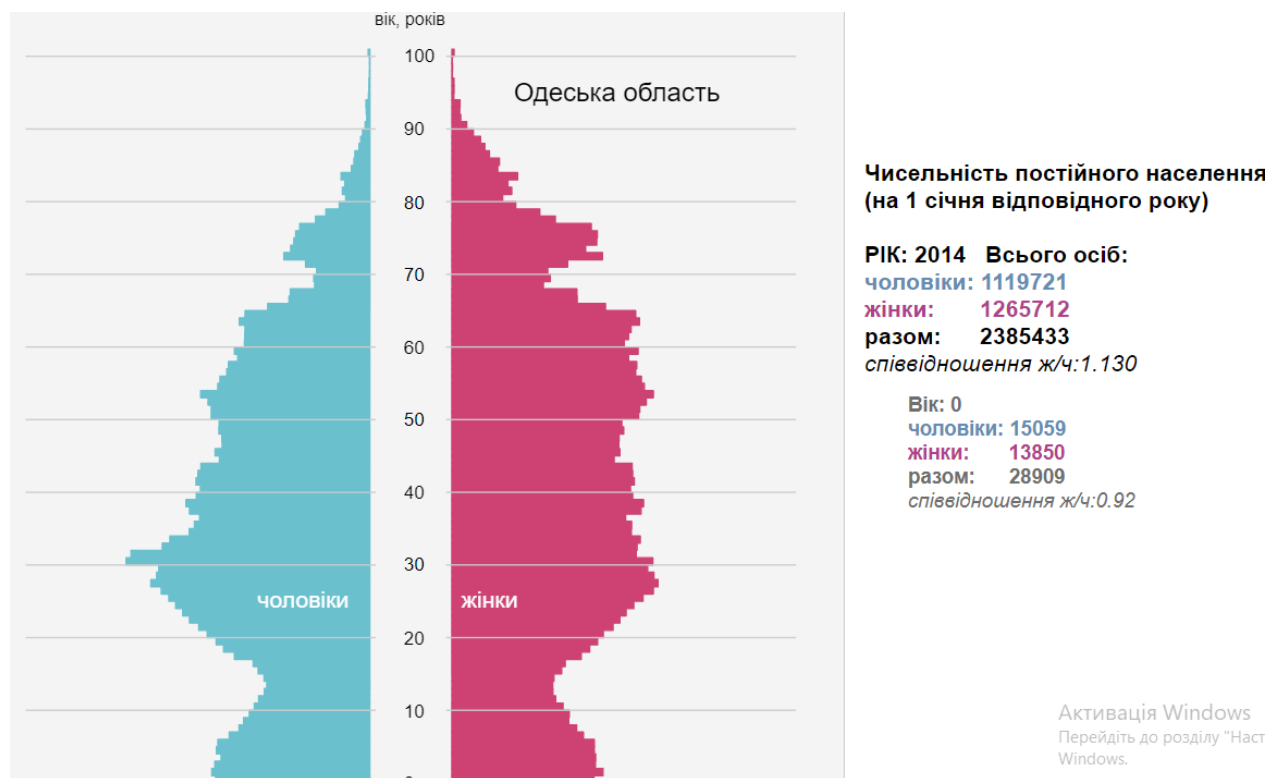


Рис. 3. Статеві-вікова піраміда населення Одеської області, 2014 р.

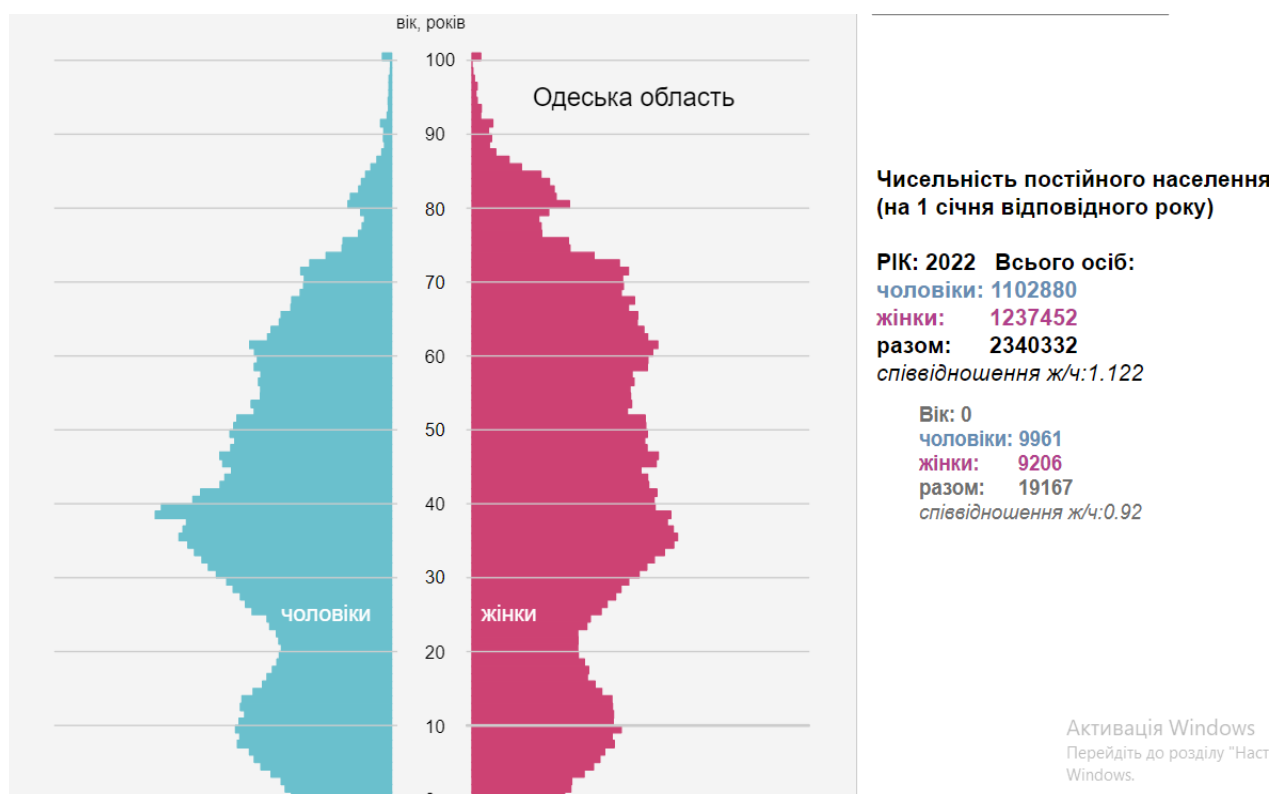


Рис. 4. Статеві-вікова піраміда населення Одеської області, 2022 р.

Показники міграційних процесів різнилися. Найбільша кількість прибулих до Одеської області була в 2019р. – 38529 ос. (табл. 2) [7].

Таблиця 2

Міграційний рух населення Одеської області упродовж 2019–2021 рр.

Роки	Усі потоки			У тому числі міждержавна міграція		
	Кількість прибулих	Кількість вибулих	Міграційний приріст (скорочення)	Кількість прибулих	Кількість вибулих	Міграційний приріст (скорочення)
2019	38529	29454	9075	6289	942	5347
2020	28402	23271	5131	2011	330	1631
2021	30819	24392	6427	2660	420	2176

Скорочення населення негативно вплинуло на його розподіл за територіальною належністю. Упродовж досліджуваного періоду спостерігається зменшення кількості сільських жителів (788200 осіб у 2018 р., до 769900 осіб у 2022 р.) та збільшення міських (від 1 594900 осіб у 2018 р. до 1 597000 осіб у 2020 р.). Разом з тим, з 2021 р. чисельність міських жителів стала зменшуватись – 1 581 500 осіб у 2022 р.

Аналізуючи дані демографічних категорій, 1745894 осіб належать до працездатного населення, 418889 осіб дітей віком до 15 р., 491721 особа пенсіонерів віком від 60 р. (рис. 5).

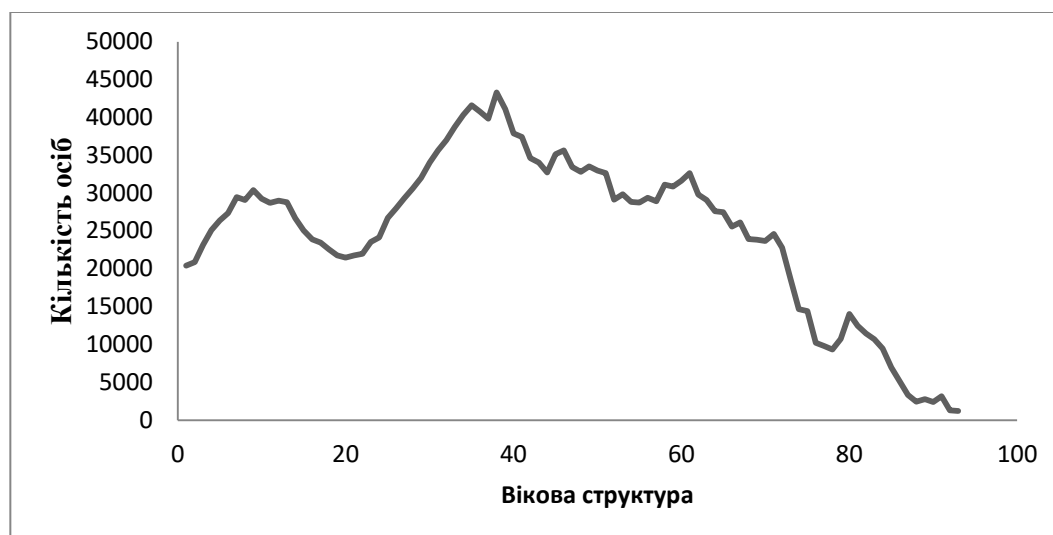


Рис.5. Вікова структура населення Одеської області

На основі вищезазначених даних, нами було прораховано демографічне навантаження на працездатне населення за формулами:

$$K_d = \frac{S_{0-15}}{S_{16-59}}, \quad K_c = \frac{S_{60+}}{S_{16-59}}, \quad K_{\text{заг}} = \frac{S_{0-15} + S_{60+}}{S_{16-59}}, \quad \text{де}$$

K_d – показник демографічного навантаження дітьми;

K_c – показник демографічного навантаження пенсіонерами;

$K_{\text{заг}}$ – загальний показник демографічного навантаження;

S_{0-15} – чисельність населення віком 0–15;

S_{16-59} – чисельність працездатного населення віком 16–59.

S_{60+} – чисельність населення пенсійного віку.

Відповідно показник демографічного навантаження дітьми становить 240 осіб на 1000 жителів. Показник демографічного навантаження пенсіонерами – 282 особи на 1000 жителів, загальний – 522 особи на 1000 жителів.

Початок повномасштабної війни призвів до радикальних змін у демографії, де пріоритетом став масовий рух населення. За даними Управління Верховного комісара ООН у справах біженців, з початку російського вторгнення понад 6,9 млн українців емігрували до інших країн. Прогнозується, що їхня кількість може зрости до 8,3 млн осіб. Важливо відзначити, що структура примусової міграції відрізняється від звичайних міграційних процесів. Зокрема, жінки становлять значну частину цього потоку. За результатами соціологічного дослідження «Біженці з України в Польщі», проведеного Фондом підтримки мігрантів на ринку праці «EWL» та Центром Східноєвропейських студій Варшавського університету, жінки склали 94% вимушених мігрантів з України, які прибули в Польщу.

За даними Головного управління освіти і науки Одеської облдержадміністрації, діти-сироти і діти, позбавлені батьківського піклування, що перебували у закладах освіти обласної комунальної власності на повному державному забезпеченні, 02.03.2022 евакуйовані за межі України до Польщі та Румунії для тимчасового прихистку.

Щодо вікового складу біженців, найбільша частина з них належить до вікової групи 18 років і старше, зокрема особи у віці 35–59 років, які становлять 55%. Виділена також частка осіб пенсійного віку в цьому контингенті – 16%, а серед загальної кількості біженців (враховуючи осіб молодше 18 років) цей показник становить лише 12%.

Важливо врахувати, що вимушена міграція – основне, але не єдине джерело зменшення чисельності осіб. Підвищення смертності серед осіб, що приймають участь у бойових діях, а також серед тих, хто залишився у зоні конфлікту, також впливає на динаміку чисельності. З одного боку, це призводить до зменшення кількості осіб у віці 18–60 років. З іншого боку, міграційна мобільність серед пенсіонерів значно нижча, а старі люди не завжди можуть самостійно виїхати в безпечні місця. Вони також вважаються

групою з великим ризиком. Це може призвести до зростання загальної чисельності померлих і рівня смертності серед них.

Важливо відзначити, що зростання цих показників спричиняють як зовнішні фактори (обстріли, бомбардування і т.д.), так і внутрішні, які виникають внаслідок стресу від війни та неможливості отримання якісної медичної допомоги при загостренні хронічних захворювань.

Щодо бойових втрат, вони, будуть досліджені після завершення війни, і навіть тоді вони, можливо, не будуть повністю відомими, оскільки у багатьох випадках буде важко визначити долю конкретних осіб – чи загинули вони, чи встигли вони виїхати до безпечного місця за допомогою сусідів. Якщо людина пенсійного віку не мала близьких родичів, імовірність того, що за нею будуть ретельно шукати, дуже низька.

Згідно Закону України «Про захист інтересів суб'єктів подання звітності та інших документів у період дії воєнного стану або стану війни», статистичну інформацію про чисельність населення, демографічний рух та ін. буде оприлюднено після завершення встановленого терміну для подання статистичної та фінансової звітності [7].

За даними інституту демографії та соціальних досліджень М. П. Птухи [16] зазначено, що війна призведе до значного зменшення чисельності населення через міграцію за межі України та втрат серед військових та мирного населення. Це також призведе до зміни структури населення під дією різних факторів.

Для охоплення 90–95% можливих варіантів подальшого розвитку подій стосовно змін чисельності населення, необхідно розробляти сценарії змін принаймні за трьома варіантами. При цьому важливо враховувати регіональні особливості зміни чисельності населення та визначити групи регіонів з подібними тенденціями. Це дозволить не тільки оцінити чисельність населення в цілому по Україні, а й врахувати його перерозподіл у середині країни під дією факторів війни.

При прогнозуванні необхідно знайти та оцінити надійність нових джерел інформації, оскільки використання стандартних не дає можливості точно оцінити зміни чисельності населення та його перерозподіл. Один з можливих підходів – це розрахунки з використанням матриці: сценарій/група регіонів за розміром та напрямом міграційних потоків. Проте важливо розуміти, що оцінка буде дуже приблизною, навіть при ретельно розроблених сценаріях та групуванні регіонів.

До проведення перепису населення можливість точної оцінки демографічної ситуації в країні буде дуже обмеженою [16].

Отже, упродовж 1990–2022 рр. чисельність населення Одеської області зменшилася на 279137 осіб. У статевій структурі населення домінують жінки: 1,146 у 1990 р. та 1,122 у 2022 р. Показник демографічного навантаження пенсіонерами – 282 особи на 1000 жителів, загальний – 522 особи на 1000 жителів. З початком повномасштабної війни важливість факторів, які впливають на демографічний стан, раптово зросла, звертаючи особливу увагу на масовий рух населення. Стаття не вичерпує всіх аспектів порушеної проблеми. У подальших наукових розвідках буде розглянуто міграційні процеси в Одеській області та вплив на них російсько-української війни.

Список використаних джерел

1. 578 днів повномасштабної війни в Одеській області: узагальнення подій. URL: <https://www.helsinki.org.ua/articles/578-dniv-povnomasshtabnoi-viynu-v-odeskiy-oblasti-uzahalnennia-podiy/> (дата звернення 10.11.2023).
2. Волинський Г. Про соціальну диференціацію населення. *Економіка України*. 2008. № 2. С. 79–84.
3. Герасименко О. В., Драгомир Л. П. Якість життя населення як інтегральний показник суспільної географії. *Наукові записки екологічної лабораторії УДПУ*. Умань: Видавець «Сочінський», 2023. С. 72–75.
4. Головне управління статистики в Одеській області URL: <http://od.ukrstat.gov.ua> (дата звернення: 17.10.2023).
5. Гукалова І. В. Статус категорії «якість життя населення» в географії і сучасна її динаміка у регіонах України. *Український географічний журнал*. 2013. № 4. С. 48–55.
6. Данилишин Б., Веклич О. Україна в міжнародних рейтингах сталого розвитку. *Економіка України*. 2008. № 2. С. 79–84.
7. Державна служби статистики України. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua> (дата звернення: 17.03.2023).

8. Колот А. М. Соціально-трудові відносини: теорія і практика: монографія. Київ: КНЕУ, 2003. 144 с.
9. Людський розвиток регіонів України: методика оцінки та сучасний стан / Е. М. Лібанова та ін. Київ: СПД Савчина, 2002. 123 с.
10. Мартинова Л. Б. Сутнісна характеристика людського потенціалу. Оцінка людського потенціалу: регіональний аналіз і прогноз: монографія. Хмельницький, 2015. С. 143–145.
11. Панасенко Т. В. Аспекти соціогеографічних досліджень в контексті гуманізації географії. *Географія в інформаційному суспільстві*. 2008. Т. 4. С. 35–36.
12. Петровська О. М. Оцінка людського потенціалу Одеського регіону. *Науковий вісник Ужгородського національного університету*. 2019. Вип. 25(2). С. 68–71.
13. Садова У. Людський розвиток у світлі нових підходів до вимірювання якості трудового життя. *Україна: аспекти праці*. 2013. № 8. С. 25–32.
14. Семів Л. К. Регіональна політика: людський вимір: монографія. Львів: ІРД НАН України, 2004. 392 с.
15. Смачило В. В. Теоретико-методичні аспекти оцінки трудового потенціалу регіону. *Соціально-трудові відносини: теорія і практика*. 2016. № 1. С. 230–239.
16. Якість життя населення України та перші наслідки війни: монографія / Л. М. Черенько та ін. Київ, 2023. 191 с.

References

1. 578 dнів povnomasshtabnoi viiny v Odeskii oblasti: uzahalnennia podii. URL: <https://www.helsinki.org.ua/articles/578-dniv-povnomasshtabnoi-viiny-v-odeskiy-oblasti-uzahalnennia-podiy/> [in Ukrainian].
2. Volynskiy, H. (2008). Pro sotsialnu dyferentsiatsiiu naseleennia. *Ekonomika Ukrainy*, 2, 79–84 [in Ukrainian].
3. Herasymenko, O. V., Drahomyr, L. P. (2023). Yakist zhyttia naseleennia yak intehralnyi pokaznyk suspilnoi heohrafii. *Naukovi zapysky ekolohichnoi laboratorii UDPU*. Uman: Vydavets «Sochinskyi», 72–75 [in Ukrainian].
4. Holovne upravlinnia statystyky v Odeskii oblasti. URL: <http://www.od.ukrstat.gov.ua> [in Ukrainian].
5. Hukalova, I. V. (2013). Status katehorii «iakist zhyttia naseleennia» v heohrafii i suchasna yii dynamika u rehionakh Ukrainy. *Ukrainskyi heohrafichnyi zhurnal*, 4, 48–55 [in Ukrainian].
6. Danylyshyn, B., Veklych, O. (2008). Ukraina v mizhnarodnykh reitynhakh staloho rozvytku. *Ekonomika Ukrainy*, 2, 79–84 [in Ukrainian].
7. Derzhavna sluzhby statystyky Ukrainy. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua> [in Ukrainian].
8. Kolot, A. M. (2003). Sotsialno-trudovi vidnosyny: teoriia i praktyka. Kyiv: KNEU [in Ukrainian].
9. Libanova, E. M., Vlasenko, N. S., Vlasiuk, O.S. et al. (2002). Liudskiy rozvytok rehioniv Ukrainy: metodyka otsinky ta suchasnyi stan. PROON. Kyiv: SPD Savchyna [in Ukrainian].
10. Martynova, L. B. (2015). Sutnisna kharakterystyka liudskoho potentsialu. *Otsinka liudskoho potentsialu: rehionalnyi analiz i prohnoz*. V. M. Nyzhnyka (Ed.). Khmelnytskyi, 143–145 [in Ukrainian].
11. Panasenko, T. V. (2008). Aspekty sotsioheohrafichnykh doslidzhen v konteksti humanizatsii heohrafii. *Heohrafiia v informatsiinomu suspilstvi*, 4, 35–36 [in Ukrainian].
12. Petrovska, O. M. (2019). Otsinka liudskoho potentsialu Odeskoho rehionu. *Naukovi visnyk Uzhhorodskoho natsionalnogo universytetu*, 25(2), 68–71 [in Ukrainian].
13. Sadova, U. (2013). Liudskiy rozvytok u svitli novykh pidkhodiv do vymiriuvannia yakosti trudovoho zhyttia. *Ukraina: aspekty pratsi*, 8, 25–32 [in Ukrainian].
14. Semiv, L. K. (2004). Rehionalna polityka: liudskiy vymir. Lviv: IRD NAN Ukrainy [in Ukrainian].
15. Smachylo, V. V. (2016). Teoretyko-metodychni aspekty otsinky trudovoho potentsialu rehionu. *Sotsialno-trudovi vidnosyny: teoriia i praktyka*. Kyiv: KNEU, 1, 230–239 [in Ukrainian].
16. Cherenko, L. M., Poliakova, S. V., Shyshkin, V. S., Reut, A. H., Krykun, O. I., Kohatko, Yu. L., Zaiats, V. S., Klymenko, Yu. A. (2023). Yakist zhyttia naseleennia Ukrainy ta pershi naslidky viiny. Kyiv [in Ukrainian].

АНАЛІЗ СТАНУ ПРОБЛЕМИ УТИЛІЗАЦІЇ ВІДХОДІВ БРОДИЛЬНИХ ВИРОБНИЦТВ

Наталія Душечкіна

канд. пед. наук, доцент кафедри хімії та екології,
Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини
ORCID: 0000-0002-4203-7122
E-mail: nataxeta74@gmail.com

У статті розглядаються проблеми виробництва та утилізації відходів підприємств пивоварної та спиртової промисловості. За результатами дослідження розкрито питання переробки основних відходів пивоварного та спиртового виробництв, які забезпечують сільськогосподарські комплекси кормами. До основних відходів пивоваріння та спиртового виробництва відносять пивну дробину та спиртову барду. Встановлено, що утилізація відходів бродильних виробництв побудована на вирішенні проблем екологічного, економічного і технологічного напрямку, серед яких актуальною є технологічна складова переробки відходів.

За результатами дослідження підтверджено, що пивна дробина, яка містить БАР, має високу поживність і може використовуватися при виготовленні кормів для сільськогосподарської промисловості. Однак застосування сирової дробини як кормового засобу не завжди є придатною для подальшого використання збалансованого харчування, а також виникають значні труднощі з транспортуванням, пов'язані з наявністю великої кількості води.

Утилізація відходів спиртового виробництва в Україні потребує застосування низки технологій та високоякісного обладнання.

Ключові слова: утилізація відходів; бродильні виробництва; пивна дробина; спиртова барда; технологія переробки відходів; комбікормова промисловість; біологічно активні речовини; поживна цінність; застосування.

ANALYSIS OF THE PROBLEM OF WASTE DISPOSAL OF BREEDING INDUSTRIES

Nataliia Dushechkina

candidate of pedagogical sciences, associate professor at the department of chemistry and ecology,
Pavlo Tychyna Uman state pedagogical university
ORCID: 0000-0002-4203-7122
E-mail: nataxeta74@gmail.com

The article deals with the problems of production and disposal of waste of enterprises of the brewing and alcohol industry. Based on the results of the research, the issue of processing the main waste of brewing and alcohol production by ensuring the fodder base of the agricultural complex and preventing environmental pollution is revealed. The main waste of brewing is beer grain, and of alcohol production - alcohol bard. It has been established that the utilization of waste from fermentation industries requires the solution of a complex of ecological, economic and technological problems, among which the technology of waste processing is decisive.

Solid and liquid wastes from fermentation industries can be considered as secondary material resources (SRM) because they contain protein and mineral substances, carbohydrates and vitamins. Brewing waste draws attention as a source of a complex of substances with nutritional value and biological activity. Brewer's grain has been found to be a valuable feed product with a high crude protein content, but is poor in water-soluble vitamins. It has been established that feeding raw grain enriches the diet of cows with protein and helps to improve its metabolism in the animal's body; increases the body's assimilation of animal calcium and phosphorus; increases the productivity of dairy cows, and increases growth during fattening of pigs and cattle.

According to the results of the research, it was confirmed that the main part of brewing waste is beer grain, which contains a significant amount of biologically active substances, has high nutrition and, as a result, can be successfully used in the animal feed industry. However, the use of raw grits as a feed disrupts the nutritional balance and leads to incomplete digestibility of its individual ingredients, as well as significant transportation difficulties due to the presence of a large amount of water.

Therefore, all the above technologies reduce the amount of bard produced and lead to a certain decrease in alcohol yield.

The disposal of alcohol production waste in Ukraine requires the use of a number of technologies and high-quality equipment.

Keywords: waste disposal; fermentation production; beer grain; alcohol bard; waste processing technology; feed industry; biologically active substances; nutritional value; application.

На сьогодні основними відходами бродильних виробництв є відходи органічного походження. Ці відходи є цінною кормовою базою для сільськогосподарських комплексів, але вони не завжди є непридатними для подальшого використання. Тому пріоритетним завданням на пивоварному та спиртовому виробництві є розробка ефективних методів переробки основних відходів для забезпечення кормової бази сільськогосподарського комплексу.

Частка матеріальних витрат за придбання сировини виробництва продукції для підприємств харчової промисловості перевищує 90% всіх виробничих витрат. Підвищення ефективності виробництва у таких умовах потребує раціонального використання відходів.

Утилізація відходів бродильних виробництв побудована на вирішенні проблем екологічного, економічного і технологічного напрямку, серед яких актуальною є технологічна складова переробки відходів.

Тому розробка ефективних способів використання і переробки відходів бродильних виробництв, підвищення цінності кормових добавок, що випускаються з дробини є актуальною проблемою нашого дослідження.

Особливості розвитку галузей харчової промисловості України досліджували: К. Самойчук, Н. Паляничка, В. Верхоланцева [4], О. Римар, І. Мазуркевич, О. Гаврилюк, Ю. Терещенко, Ю. Сухенко, О. Сergyгін, В. Сухенко, Н. Рябоконт [5] та інші. Проблемами розвитку пивоварної промисловості займалися такі відомі вчені як Н. Корчик, Н. Буденкова, С. Кирилюк [9], Т. Мельниченко, В. Кадошніков, К. Жебровська, М. Кошель, Ю. Каранов [7], В. Старун [10] та ін. Сучасні та перспективні методи переробки та утилізації зернової післяспиртової барди досліджували: С. Бухкало, О. Ольховська, В. Ольховська, М. Зіпунніков [8], В. Бомко, Є. Сиваченко, О. Сметаніна [2], Н. Голуб, М. Потапова [6], О. Малюжко, Г. Нікітін, А. Салюк [3].

Аналіз наукових джерел показав, що дослідниками опрацьовані значні масиви питань, стосовно проблеми переробки та утилізації після спиртової барди. Проте маловивченим залишається аспект розробки ефективної технології ресурсозберігаючої переробки бродильних виробництв у поживні кормові продукти.

Метою статті є створення методологічної основи проектування технологічної лінії отримання сухого компонента кормів на основі відходів бродильних виробництв.

Під час виробництва пива утворюється значна кількість твердих і рідких відходів, з яких 25% перетворюється у поживні речовини вихідної сировини. Багато цих відходів після обробки можуть розглядатися як ВМР [1].

У процесі виробництві пива, з'являються відходи від очищення ячменю і солоду, пивна дробина, залишкові пивні дріжджі, хмелева дробина, осад білків і твердих частинок. На початку процесу бродіння відбуваються технологічні втрати сухих речовин, а також втрати на змочування контактних поверхонь трубопроводів та технологічного обладнання [4, с. 67].

На підприємствах пивоварної промисловості щорічно скупчується велика кількість дробини з високим рівнем протеїну (12–15%) [10, с. 33].

Пивоварні заводи зацікавлені у продажу пивної дробини, особливо в теплий період року, коли вона схильна до інтенсивного розкладання, а також економічно не вигідно складувати її на полігонах [7].

Утилізації відходів пивної дробини впливає на екологічну ситуацію, і потребує вирішення питання запобігання забруднення довкілля.

Характеристика сухої і вологої дробини за хімічним складом представлена табл. 1.

Таблиця 1

Хімічний склад пивної дробини (середня кількість у %)

Стан дробини	Сира	Суха
Вода	76,0–78,0	10,0
Сирий протеїн	4,8	20,5
Жирні речовини	1,5	7,2
Екстрактивні безазотисті речовини (БЕР)	10,0	40,0
Целюлоза (клітковина)	5,0	16,0
Зола	1,3	6,0

До складу пивної дробини входять амінокислоти (гістидин, лізин, лейцин, ізолейцин, метіонін, валін, гліцин, треонін, серії, аланін, аргінін, фенілаланін, тирозин) та мінерали (фосфор, калій, кальцій та магній) [4, с. 68].

Середній вихід сухої дробини із сирової становить близько 27%.

Поживна цінність 1 кг сирової дробини коливається в межах 0,17–0,23 кормових одиниць. Вона має високу засвоюваність. Встановлено, що згодовування сирової дробини підвищує приріст при відгодівлі свиней і великої рогатої худоби [4].

Вводячи в раціон кормів для тварин пивну дробину спостерігається краще засвоєння організмом тваринного кальцію та фосфору, а також знижується собівартість раціону тварин.

Однак застосування сирової дробини як кормового засобу не завжди є придатною сировиною для подальшого використання збалансованого харчування [2].

Використання хмелевої дробини можна виключити з технологічного процесу пивоваріння, якщо застосовувати хмелеві екстракти, брикетований або гранульований хміль. Вологість хмелевої дробини становить 80–85%. Поживність становить 0,08 кормової одиниці на 1 кг.

Зернові відходи (відсів ячменю) утворюються на стадії сортування зерна в процесі виробництва солоду і є сухим сипким продуктом. До зернових відходів відноситься дрібне зерно ячменю та домішки, які проходить через сито з розміром отворів 2,2x20 мм.

У виробничих умовах відсів ячменю утворюється на стадіях попереднього очищення та сортування ячменю. Кількість відсіву залежить від сорту ячменю та умов його вирощування. При виході сухого пивоварного солоду 79% відсів ячменю становить 42% від решти відходів [3].

Склад та поживність спиртової барди залежать від виду сировини, що переробляється на спирт. Розрізняють барду зернову, картопляну, змішану (зерно-картопляну) і паточну (мелясну) [9, с. 39].

Під час проведення дослідження було виявлено, що існує зарубіжна технологія використання спиртової барди DDGS (Dried Distillers Grains with Solubles). За цією технологією відбувається розподіл барди на тверду (кек) та рідку (фугат) фази.

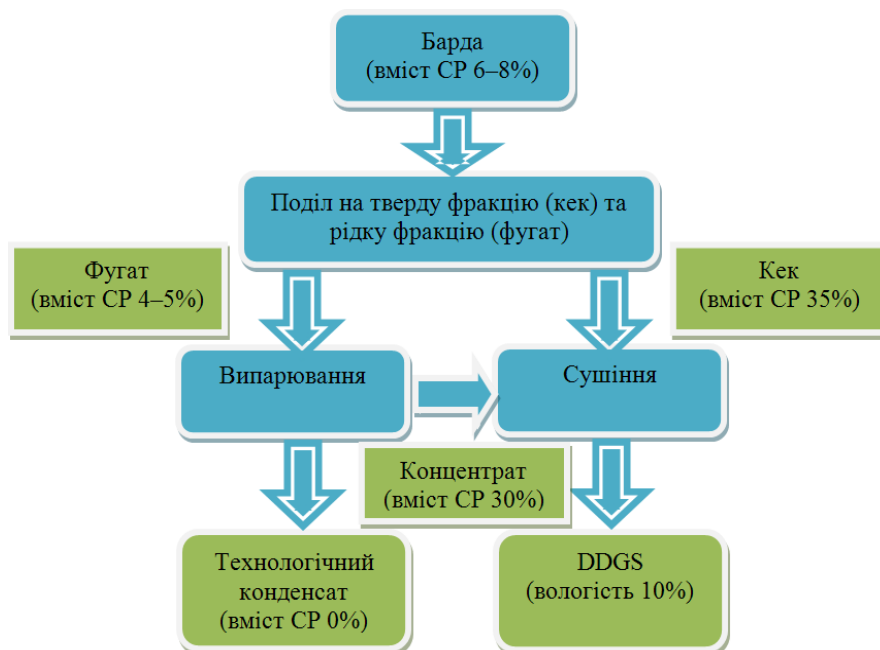


Рис.1. Схема виробництва DDGS

Барда містить всі поживні речовини сировини, за винятком цукрів і крохмалю. Порівняльна характеристика різних видів післяспиртової барди представлена в таблиці 2.

У складі барди присутні такі амінокислоти: лейцин, лізин, ізолейцин, метіонін, фенілаланін, цистин, треонін, триптофан, валін, аргінін, глютамінова кислота, гістидин, тирозин.

Таблиця 2

Хімічний склад різних видів післяспиртової барди (середня кількість у %)

Вигляд барди		Вологість	Сирий		Сира		БАР	Кормових од. в 100 кг
			протеїн	жир	квітковина	зола		
Картопляна	Свіжа	95,3	1,2	0,6	0,6	0,5	1,8	3,2
	Сушена	10,0	24,3	3,7	9,6	11,7	40,7	60,2
Кукурудзяна	Свіжа	88,2	2,7	1,0	1,1	0,5	6,5	12,2
	Сушена	8,5	22,0	10,9	10,6	3,5	44,5	102,0
Ячмінна	Свіжа	93,1	1,5	0,5	0,6	0,3	4,0	3,8
	Сушена	4,7	25,8	8,7	6,6	3,0	51,2	93,8
Житня	Свіжа	92,2	1,7	0,4	0,7	0,4	4,6	4,7
	Сушена	10,0	16,5	8,2	16,2	1,3	47,8	77,8
Вівсяна	Свіжа	91,9	2,9	0,6	0,4	1,2	3,0	6,5
Паточна	Свіжа	92,5	2,1	0,6	–	1,7	3,1	3,5
Змішана	Свіжа	92–95	1,2–2,7	0,7	0,6–1,1	0,45	2,8	н/д

До складу барди входять, в основному, такі мінерали: фосфор, калій, кальцій та натрій. З мінеральних речовин у барді багато калійних та фосфорнокислих солей, але мало кальцієвих та натрієвих солей.

Кормова цінність 1 дал свіжої зернової барди дорівнює майже 1 кг концентратів, а вартість її в 10–20 разів менша. Основна цінність барди полягає в протеїні, вміст якого в сухій речовині зернової барди становить у середньому 26–28%, картопляної 18–19%, а

також у наявності цілого ряду вітамінів і мікроелементів, що дає можливість використовувати її в як цінний компонент кормового раціону тварин.

Тваринам можна згодовувати досить багато свіжої барди. На одну голову в літрах можна давати: бикам – 30–40, коровам – 60–70, нетелям – 40–45, телятам до одного року – 20–25, ВРХ на відгодівлі – 40–50, вівцям дорослим – 4–5, молодняку овець – 1,5–2, свиноматкам і кнурам – 10–15, молодняку старше двох місяців – 5–10, свиням на відгодівлі – 15–20.

Доцільно одночасно з бардою, що містить велику кількість білка, що перетравлюється, згодовувати худобі сухі корми, бідні білком.

При використанні барди у свіжому вигляді основною проблемою є її нетранспортабельність через велику кількість води та неможливість тривалого зберігання.

Консервована барда містить більше сухих речовин, ніж свіжа, і охоче поїдається великою рогатою худобою та свинями.

Розробляються технології утилізації барди на більш ранніх технологічних етапах виробництва спирту, що дозволяє знизити витрати на виробництво і підвищити якість продукції [8].

У процесі виробництва спирту слід допускати в барду зайву воду. При розгоні промивів бродильних апаратів рідину, що виварюється, слід направляти в каналізацію.

Збільшити концентрацію барди на 18–20% можна, обігриваючи брагоперегінний апарат закритою (глухою) парою, вводячи тепло через поверхню нагрівання таким чином, щоб пар, що надходить на перегонку, конденсувався в закритому обсязі. Тепло пари, передане барді, у свою чергу утворює пару, призначену для багаторазового виварювання спирту з бражки при її перегонах. Паровий конденсат може бути використаний як теплоносіє.

Для збільшення концентрації барди можна повертати фільтрат на станцію розварювання, замінивши до 30% води фільтратом барди. При такій заміні прискорюється розварювання, оскільки кислоти та солі, які містяться у фільтраті, сприяють розварюванню сировини та клейстеризації крохмалю. При цьому вміст сухих речовин у барді збільшується на 10–12%.

Крім перелічених заходів, мають бути використані і біологічні фактори, що також сприяють збільшенню вмісту сухих речовин. До таких факторів відноситься насамперед тридобове бродіння концентрованих заторів із застосуванням сильніших роз дріжджів, здатних зброджувати такі затори.

Наведені методи вимагають великих капіталовкладень. Їх спільне використання дозволяє в 1,4–1,5 рази збільшити вміст сухих речовин в барді.

Можливе зменшення об'єму барди або підвищення вмісту сухих речовин у ній обмежене тим, що у зрілій бражці вміст етилового спирту не може перевищувати 11–12%, тому що при цій концентрації спирт повністю пригнічує спиртове бродіння [5].

З метою вдосконалення технології виробництва спирту виділяють диференційовані фракції переробки зерна з одночасним одержанням білкових препаратів. Можуть також використовуватися побічні продукти переробки зерна, що вже утворюються на заводах, що діють, і використовуються, як правило, на кормові цілі. Частина білка з виділених диференційованих фракцій зерна пшениці, може бути видалена з технологічного процесу виробництва етанолу і використана у вигляді білкових препаратів для виробництва різних продуктів харчування, а крохмале-білковий продукт і сироватку як джерело вуглеводів, що зброджуються, амінокислот і вітамінів доцільно повернути в спиртове виробництво для харчування дріжджів. Це підвищить рентабельність виробництва та покращить якість спирту.

Перспективним напрямом удосконалення спиртового виробництва може виявитися виділення спиртової дробини.

Для цього після оцукрювання сусло поділяють на дві фракції: рідку (освітлене сусло) використовують у технологічному процесі одержання спирту, тверду (спиртова дробина)

відмивають від розчинних вуглеводів і виводять із технологічного процесу вологістю 70–75% і нижче.

Спиртова дробина є щільною масою однорідної консистенції темно-жовтого або коричневого кольору. При вологості 70% її вихід становить 100–110% до маси введеної зернової сировини, а при вологості 56% (після пресування) відповідно 70–75% [9].

Дробина має відносно високу вологість, що не дозволяє її довго зберігати. Тому доцільніше її сушити. Висушена спиртова дробина за своїм складом близька до сухих пивної дробини та барди спиртової, але перевершує їх за вмістом сирого протеїну та сирого жиру. Порівняльний склад цих продуктів представлений у таблиці 3.

Таблиця 3

Склад сухих відходів бродильних виробництв (%)

Продукт	Вологість	Сирий протеїн	Клітковина	Зола	Сирий жир	БЕР
Дробина спиртова	12	23–25	11–13	3–4	6–8	40–55
Дробина пивна	11,5	20–22	15–17	3–5	5–7	35–45
Барда спиртова	12,2	14–16	24–26	5–7	5–7	35–40

Поживна цінність спиртової дробини 1,31 кормових одиниць, а що йде на виробництво спирту, пшениці – 1,19 кормових одиниць.

Спиртова дробина може бути використана як цінний корм для сільськогосподарських тварин у натуральному, висушеному вигляді, а також у складі комбікормів [2, с. 15].

Ці відходи виробництва не використовуються у чистому вигляді, оскільки рідина дуже швидко псується, а транспортувати її невігодно з економічної точки зору.

Через це утилізація відходів спиртового виробництва в Україні потребує застосування низки технологій та високоякісного обладнання, такого як: роторні насоси, подрібнювачі, шредери та сепаратори.

Основною проблемою підприємств, що займаються виробництвом спирту, є утилізація післяспиртової барди. Існують такі рішення:

- вивіз побічного продукту на очисні споруди. З ними слід укласти відповідний договір;
- зведення власної очисної споруди;
- використання лінії переробки барди.

Вигода від співпраці з очисними спорудами залишається сумнівною для багатьох підприємств, тому найбільш раціональною буде повна переробка післяспиртової барди.

Основним напрямом використання пивної дробини в даний час є реалізація на корм худобі в натуральному вигляді.

Переробка дробини шляхом гідролізу з подальшим вирощуванням кормових дріжджів дозволяє отримати кормову добавку – біотрин.

Крім використання дробини як кормового продукту, з неї виділяють білок, що використовується в харчових цілях. Через високий вміст клітковини та білка пивну дробину застосовують у хлібопеченні.

Слід зазначити, що основним відходом спиртового виробництва є спиртова барда, цінність якої, як кормового засобу, полягає у значному вмісті протеїну. Однак, при використанні барди у свіжому вигляді виникають значні труднощі з транспортуванням, пов'язані з наявністю великої кількості води.

Відтак, всі вищенаведені технології зменшують кількості барди, що виробляється, та призводять до деякого зниження виходу спирту.

Утилізація відходів спиртового виробництва в Україні потребує застосування низки технологій та високоякісного обладнання, а також для усунення загроз забруднення довкілля.

Список використаних джерел

1. ДСТУ 7345:2021 Дробина пивоваріння. Технічні умови. [Чинний від 15.09.2021]. Київ. 2021. 18 с.
2. Бомко В. С., Сиваченко Є. В., Сметаніна О. В. Корми і кормові добавки та ефективність їх використання в годівлі тварин: навч. посіб. Біла Церква, 2023. 225с.
3. Малюжко О., Нікітін Г., Салюк А. Раціональна переробка пивоварних відходів. *Харчова і переробна промисловість*. 2021. № 4. С. 16–17.
4. Самойчук К. О., Паляничка Н. О., Верхоланцева В. О. Технологічне обладнання галузі: конспект лекцій. Мелітополь: Forward press, 2020. 255 с.
5. Сухенко Ю. Г., Серьогін О. О., Сухенко В. Ю., Рябоконт Н. В. Ресурсозберігаючі технології в харчових і переробних виробництвах. Київ: ЦП «КОМПРИНТ», 2016. 338 с.
6. Голуб Н. Б., Потапова М. В. Сучасні методи переробки й утилізації зернової післяспиртової барди. *Innov. Biosyst. Bioeng.* 2018. Vol. 2(2). P. 125–134.
7. Мельниченко Т. І., Кадошніков В. М., Жебровська К. І. Впровадження прогресивних технологій утилізації відходів на об'єктах спиртової промисловості – запорука збереження довкілля. *Гігієна населених місць*. 2018. № 68. С. 75–81.
8. Бухкало С. І., Ольховська О. І., Ольховська В. О., Зіпунніков М. М. Дослідження та аналіз інноваційних заходів з технології комплексної утилізації післяспиртової барди. *Вісник Національного Технічного Університету*. 2019, № 15 (1340). С. 66–74.
9. Корчик Н. М., Буденкова Н. М., Кирилюк С. В. Розробка технологій переробки рідких відходів спиртового виробництва. *Science and Education a New Dimension. Natural and Technical Sciences*. 2019. Вип. 7, № 25. С. 38–41.
10. Старун В. Ю. Попередня обробка для підвищення виходу та якості біогазу в результаті анаеробного зброджування відходів пивоварних заводів. *Проблеми природокористування, сталого розвитку та техногенної безпеки регіонів: Матеріали ІХ міжнародної науково-практичної конференції (м. Дніпро, 06–07 жовтня 2021 р.)*. Дніпро: ІППЕ НАН України, 2021. С. 33–35.

References

1. DSTU 7345:2021. (2021). Drobyna pyvovarinnia. Tekhnichni umovy. [Chynnyi vid 15.09.2021]. Kyiv. [in Ukrainian].
2. Bomko, V. S., Syvachenko, Ye. V., Smetanina, O. V. (2023). Kormy i kormovi dobavky ta efektyvnist yikh vykorystannia v hodivli tvaryn. Bila Tserkva [in Ukrainian].
3. Maliuzhko, O., Nikitin, H., Saliuk, A. (2021). Ratsionalna pererobka pyvovarnykh vidkhodiv. *Kharchova i pererobna promyslovist*, 4, 16–17 [in Ukrainian].
4. Samoichuk, K. O., Palianychka, N. O., Verkholantseva, V. O. (2020). Tekhnolohichne obladdannia haluzi. Melitopol: Forward press [in Ukrainian].
5. Sukhenko, Yu. H., Serohin, O. O., Sukhenko, V. Iu., Riabokon, N. V. (2016). Resursozberihaiuchi tekhnolohii v kharchovykh i pererobnykh vyrobnytstvakh. Kyiv: TsP “KOMPRYNT” [in Ukrainian].
6. Holub, N. B., Potapova, M. V. (2018). Suchasni metody pererobky y utylizatsii zernovoi pislispyrtovoi bardy. *Innov. Biosyst. Bioeng.*, 2(2), 125–134 [in Ukrainian].
7. Melnychenko, T. I., Kadoshnikov, V. M., Zhebrovska, K. I. (2018). Vprovadzhennia prohresyvnykh tekhnolohii utylizatsii vidkhodiv na ob'ektakh spyrtovoi promyslovosti – zaporuka zberezhennia dovkillia. *Hihiena naselenykh mists*, 68, 75–81 [in Ukrainian].
8. Bukhkallo, S. I., Olkhovska, O. I., Olkhovska, V. O., Zipunnikov, M. M. (2019). Doslidzhennia ta analiz innovatsiinykh zakhodiv z tekhnolohii kompleksnoi utylizatsii pislispyrtovoi bardy. *Visnyk Natsionalnoho Tekhnichnoho Universytetu*, 15, 66–74 [in Ukrainian].
9. Korchyk, N. M., Budenkova, N. M., Kyryliuk, S. V. (2019). Rozrobka tekhnolohii pererobky ridkykh vidkhodiv spyrtovoho vyrobnytstva. *Science and Education a New Dimension. Natural and Technical Sciences*, 7(25), 38–41 [in Ukrainian].
10. Starun, V. Yu. (2021). Poperednia obrobka dlia pidvyshchennia vykhodu ta yakosti biohazu v rezultati anaerobnoho zbrodzhuvannia vidkhodiv pyvovarnykh zavodiv. *Problemy pryrodokorystuvannia, staloho rozvytku ta tekhnohennoi bezpeky rehioniv*. Materials of IX international scientific-practical conference (Dnipro, 06–07 October 2021). Dnipro: IPPE NAN Ukrainy, 33–35 [in Ukrainian].

ФЕРМЕНТАТИВНА АКТИВНІСТЬ АНТИОКСИДАНТНИХ СИСТЕМ РОСЛИН ПШЕНИЦІ ЯРОЇ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ ЗАСОБІВ БОРОТЬБИ З БУРЯНАМИ

Альона Заболотна

канд. с.-г. наук, доцент кафедри біології та здоров'я людини,
Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини
ORCID: 0000-0002-1634-3273
E-mail: z.alona@ukr.net

Олександр Заболотний

канд. с.-г. наук, доцент кафедри біології,
Уманський національний університет садівництва
ORCID: 0000-0003-0069-1617
E-mail: aleks.zabolotnyi@gmail.com

Тетяна Поліщук

канд. с.-г. наук, доцент кафедри біології та здоров'я людини,
Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини
ORCID: 0000-0002-0645-6872
E-mail: mtv-1985@ukr.net

Олена Манзій

канд. економ. наук, доцент кафедри біології та здоров'я людини,
Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини
ORCID: 0000-0003-1867-7362
E-mail: o.manzii@ukr.net

Тетяна Новікова

канд. с.-г. наук, старший викладач кафедри біології та здоров'я людини,
Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини
ORCID: 0000-0002-8177-9698
E-mail: seminukt@gmail.com

Досліджено вплив різних норм гербіциду Логран, внесених окремо та в сумішах з регулятором росту рослин Емістим С, на активність антиоксидантних ферментів (каталаза, пероксидаза, поліфенолоксидаза) у рослинах пшениці ярої. Встановлено, що застосування бакових сумішей сприяє збільшенню активності цих ферментів, що може свідчити про посилення процесів детоксикації у рослинах, спрямованих на ліквідацію шкідливих метаболітів, утворених внаслідок дії гербіциду. Результати дослідження вказують на потенційну користь використання таких комбінацій препаратів для підвищення продуктивності посівів пшениці ярої та її захисту від негативного впливу гербіцидів.

Ключові слова: гербіцид; регулятор росту; Логран; Емістим С; ферменти; антиоксиданти; каталаза; пероксидаза; поліфенолоксидаза; яра пшениця.

ENZYMATIC ACTIVITY OF ANTIOXIDANT SYSTEMS OF SPRING WHEAT PLANTS WHEN USING WEED CONTROL

Aliona Zabolotna

candidate of agricultural sciences, associate professor at the department of biology and human health,
Pavlo Tychyna Uman state pedagogical university
ORCID: 0000-0002-1634-3273
E-mail: z.alona@ukr.net

Oleksandr Zabolotnyi

candidate of agricultural sciences, associate professor at the department of biology,

Uman national university of horticulture

ORCID: 0000-0003-0069-1617

E-mail: aleks.zabolotnyi@gmail.com

Tetiana Polishchuk

candidate of agricultural sciences, associate professor at the department of biology and human health,

Pavlo Tychyna Uman state pedagogical university

ORCID: 0000-0002-0645-6872

E-mail: mtv-1985@ukr.net

Olena Manzii

candidate of economical sciences, associate professor at the department of biology and human health,

Pavlo Tychyna Uman state pedagogical university

ORCID: 0000-0003-1867-7362

E-mail: o.manzii@ukr.net

Tetiana Novikova

candidate of agricultural sciences, senior lecturer at the department of biology and human health,

Pavlo Tychyna Uman state pedagogical university

ORCID: 0000-0002-8177-9698

E-mail: seminukt@gmail.com

This study investigates the effects of different doses of the herbicide Logran, applied individually and in combination with the plant growth regulator Emistym C, on the activity of antioxidant enzymes (catalase, peroxidase, polyphenol oxidase) in spring wheat plants. Field experiments were conducted at the "Agrobiostation" structural subdivision of the Faculty of Natural Education and Nature Management and in laboratory conditions at the Department of Biology and Human Health of Pavlo Tychyna Uman State Pedagogical University. The results indicate a significant dependence of antioxidant enzyme activity in spring wheat plants on the doses of Logran, applied alone and in combination with Emistym C. Application of tank mixtures led to increased activity of these enzymes, suggesting enhanced detoxification processes aimed at eliminating harmful metabolites induced by the herbicide. The findings suggest the potential benefits of using such combined formulations to enhance crop productivity and protect against the adverse effects of herbicides.

This study provides valuable insights into the physiological responses of spring wheat plants to herbicide treatments, particularly regarding the modulation of antioxidant enzyme activity. Understanding these responses is crucial for optimizing herbicide application strategies to minimize adverse effects on crop health and productivity. Additionally, the observed enhancement of detoxification processes in plants treated with tank mixtures underscores the importance of considering synergistic interactions between herbicides and growth regulators in agricultural practices. Further research is warranted to explore the long-term effects and environmental implications of such combined formulations on crop performance and soil health.

In conclusion, this study contributes to the growing body of knowledge on the physiological and biochemical mechanisms underlying herbicide tolerance in crops. By elucidating the intricate interplay between herbicides, growth regulators, and plant antioxidant systems, it lays the groundwork for developing sustainable weed management practices that ensure both effective pest control and environmental stewardship.

Keywords: herbicide; Logran; growth regulator; Emistim C; catalase; peroxidase; polyphenoloxidase; spring wheat.

Незмінним і першочерговим джерелом енергії для людини є продукти харчування, потреба в яких з кожним роком зростає, а водночас загострюється їх нестача [13].

Основну роль у харчовому забезпеченні людства відіграють зернові злаки [1]. Ярій пшениці належить суттєва роль у збільшенні виробництва продовольчого зерна високої якості в нашій державі. На початку двадцятого століття основною продовольчою культурою в Україні була яра пшениця.

Розробка технологій, які сприяють підвищенню урожайності сільськогосподарських культур та є екологічно безпечними для навколишнього середовища й здоров'я людини є актуальною проблемою сучасних технологій. Отже створення ефективних та безпечних рїстрегуляторів й розробка технологій їх застосування є прїоритетними напрямками наукового забезпечення агропромислового комплексу [11].

На даному етапі розвитку фермерських господарств вирішальне значення має підвищення виробництва зерна в країні. Однак на продуктивність зернових культур впливають не лише погодні умови та наявність всіх елементів живлення (в першу чергу азоту та фосфору), а й високим рівнем забур'яненості посівів.

Із розвитком технології вирощування вдосконалюються й методи та засоби знищення конкурентів культурних рослин. Однак пристосування бур'янів до існування та їх здатність до адаптивності є досить досконале і відповідно дана проблема залишається актуальною [14]. Тому при вирощуванні за інтенсивною технологією сільськогосподарських культур важливе значення надається формуванню високих врожаїв при своєчасному знищенні бур'янів за допомогою хімічних заходів, адже агротехнічні не дають бажаний результат [5, 8].

Своєчасне знищення бур'янів є одним з важливих факторів формування зростання потенціалу посівів ярої пшениці. Дані заходи будуть ефективними при проведенні їх до фаз формування елементів продуктивності, тобто від кінця фази кущення до фази появи 2-го міжвузля. Оскільки бур'яни є більш конкурентоспроможними на ранніх етапах у порівнянні з культурними рослинами за світло, вологу, поживні речовини. Це може зумовити зменшення площі живлення культурних рослин, а звідси й здатність формувати більше генеративних структурних елементів від яких залежить врожайність культури.

Тому, вкрай потрібний захист зернових від бур'янів за допомогою гербіцидів [9, 15].

В боротьбі з величезним різноманіттям бур'янів застосовують гербіциди з різних груп за хімічним складом: флорасулами, похідні бензойної кислоти, арілканкарбонової кислоти, хлорфеноксиксиктової кислоти, сульфонілсечовини тощо. Їх можна поєднувати для збільшення контролю над видовим різноманіттям широколистяних бур'янів у посівах. Окрім цього, бакові суміші гербіцидів сприяють запобіганню виникнення резистентності у бур'янів [3].

Культурні рослини на відміну від бур'янів, не можуть самостійно виробляти захисні механізми на дію гербіцидів, які є для них новим екологічно стресовим фактором. Тому засоби захисту, що використовуються при вирощуванні певної сільськогосподарської культури, є для неї ксенобіотиками та при застосуванні здатні спричинити стрес. Пристосовуються до впливу ксенобіотиків відбувається за рахунок багатьох адаптаційних механізмів, що були сформовані в процесі еволюційного розвитку даного виду рослини. Під час цього процесу в рослинних клітинах індукується окиснювальний стрес. Наслідком якого може бути порушення дихання і фотосинтезу, некроз тканин, зниження швидкості реакцій в метаболітичних процесах клітин [10].

Відомо, що життєво важливі процеси, залежать від характеру дії окисно-відновних ферментів та від того, наскільки будуть порушені реакції ферментативного каталізу. Від цього також буде залежати й подальший розвиток культури та продуктивність. Рослини мають здатність до достатньої протидії до окислювальних пошкоджень за рахунок наявності в клітинах ефективних антиоксидантних систем [10, 16]. Тому одним з важливих аспектів досліджень при застосуванні гербіцидів у посівах різних культур бажано досліджувати їх вплив на діяльність ферментативного апарату рослинного організму.

Одним з найважливіших ферментів в антиоксидантному статусі рослин є такий фермент, як поліфенолоксидаза, що при дії стресових умов пришвидшує механізми створення захисних бар'єрів різної дії; каталаза – розкладає пероксид до безпечних водню та кисню; пероксидази в свою чергу відновлюють пероксид до води.

Реакцію ферментативних систем антиоксидантного характеру при застосуванні різних гербіцидів досліджували на кукурудзі [2], озимій пшениці [16], сої [4], ярому ячмені [6] та інших сільськогосподарських культурах. За даними В. П. Карпенка, С. В. Павлишина [16], З. М. Грицаєнко та ін. [7], активність антиоксидантних систем у рослинах озимої пшениці змінюється залежно від фону мінерального живлення, попередників, видів гербіцидів та їх норм, застосування регуляторів росту та мікробіологічних препаратів у технологіях вирощування культури. Водночас проведення досліджень з вивчення впливу гербіцидів, яку окремо так і сумісно з регуляторами росту, що показують на активність

ферментів окисно-відновної дії у рослинах ярої пшениці вивчено недостатньо умовах Правобережного Лісостепу.

Метою було з'ясувати дію різних норм гербіциду Логран, внесеного окремо та в баковій суміші з регулятором росту рослин (PPP) Емістимом на активність основних ферментів окисно-відновної дії.

Досліди проводили в польових умовах структурного підрозділу «Агробіостанція» факультету природничої освіти та природокористування та лабораторних умовах кафедри біології та здоров'я людини Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини в посівах пшениці ярої сорту Колективна 3. Гербіцид Логран у нормах 6,5, 7,0 та 7,5 г/га вносили окремо і сумісно з регулятором росту Емістим С у нормі 10 мл/га у фазу кушіння пшениці ярої. Повторність досліду – триразова. В листках пшениці ярої у фазу колосіння проводили визначення активності таких ферментів як: каталаза, пероксидаза та поліфенолоксидаза за методикою Х. Н. Починка [12].

Одержані дані отримані у результаті проведених досліджень засвідчили значну залежність активності антиоксидантних ферментів у рослинах пшениці ярої залежно від норм гербіциду Логран, внесених окремо і в сумішах Емістимом (табл. 1).

Так, при застосуванні гербіциду Лограну в нормі 6,5 г/га активність ферменту каталази в листках пшениці ярої в фазу колосіння зросла в порівнянні з контролем I в середньому за три роки на 10,3%. Найбільший вплив на активність ферментативної діяльності серед препаратів та варіантів спостерігалось за внесення гербіциду Лограну в нормі 7 г/га без регулятора росту рослин. Також у цьому варіанті досліду активність ферменту каталази перевищувала контроль I на 19,2%, а контролю II – тільки на 2,5%. Підвищення норми Лограну до 7,5 г/га (максимально великої досліджуваної норми) призводило до певного рівня пригнічення діяльності даного ферменту: тут активність каталази становила на 10,3% вище в порівнянні з контролем I, водночас менше за контроль II на 6,4%.

За внесення бакової суміші гербіциду Лограну з Емістимом С спостерігалось зростання ферментативної активності в порівнянні з застосуванням тих самих норм гербіциду без регулятора росту. Найвища активність каталази відзначена у варіанті за внесенням 6,5 г/га Лограну сумісно з Емістимом С – на 33,0% більше проти контролю I та на 16,3% перевищувало контроль II, що на 17,6% перевищувало дію самого Емістиму С. Збільшення норм гербіциду в суміші з регулятором росту веде до зниження активності каталази. Так, при застосуванні 7 г/га та 7,5 г/га Лограну з Емістимом С активність даного ферменту проти контролю I зросла на 25,6%.

Аналогічна залежність спостерігалася також між внесенням відповідної норми гербіциду та способом застосування його й активністю ферменту пероксидази за дослідження її активності (див. табл. 1). Так, при дії 6,5 г/га Лограну активність даного ферменту зросла на 8,2% проти контролю I, а за внесення 7 г/га гербіциду – на 15,7%. Максимальна кількість Лограну (7,5 г/га) у порівнянні з нормою 7 г/га виявлено пригнічуючий вплив на активність пероксидази, що лише на 7,7% перевищує контроль I.

Застосування бакової суміші Лограну з Емістимом С сприяло підвищенню ферментативної активності порівнюючи з варіантами, де гербіцид вносився без регулятора росту, а найвища активність пероксидази спостерігалась за дії 6,5 г/га Лограну з Емістимом С, що на 27,6% більше проти першого контролю та на 12,8 – за другий контроль. Збільшення норми Лограну до 7 та 7,5 г/га в суміші з регулятором росту призводило до зменшення активності гербіциду на 21,1% і на 19,8% проти контролю відповідно щодо норм.

При визначенні активності ферменту поліфенолоксидази було відмічено таку ж залежність своєї діяльності відповідно до норм і способів застосування Лограну, як і за визначення активності ферментів каталази та пероксидази. Найвища активність поліфенолоксидази спостерігалась при внесенні бакової суміші Лограну (6,5 г/га) з Емістимом С перевищення контролю I становило на 33,8%, а контроль II – на 17%.

За внесення препаратів у наступних варіантах досліду спостерігалось зниження активності поліфенолоксидази. Підвищення рівня активності ферментів за дії різних норм Лограну, швидше за все, пов'язана з тим, що при дії стресора, в нашому випадку гербіциду, відбувається нагромадження активних форм кисню, що є токсичним для рослин, що і призводить в подальшому до активізації антиоксидантної системи. Ферменти – каталаза, пероксидаза та поліфенолоксидаза в рослинному організмі запобігають пошкодженню активними формами кисню клітин рослин та сприяють детоксикації шкідливих сполук.

Підвищення активності антиоксидантної ферментативної системи при застосуванні прополовань та за впливу гербіциду зумовлюється усуненням конкуренції по відношенню до рослин пшениці ярої за елементи живлення. Що, в свою чергу, забезпечує створення більш сприятливих умов для росту та розвитку культури.

Таким чином, застосування по вегетації ярої пшениці в бакових сумішах гербіциду Логран з регулятором росту зумовлює зростання активності ферментів – поліфенолоксидази, пероксидази, каталази, що може свідчити про підвищення рівня процесів детоксикації у рослин пшениці ярої, спрямованих на ліквідацію шкідливих для культури метаболітів, викликаних впливом гербіциду.

Таблиця 1

Вплив гербіцидів і Емістиму С на активність ферментів класу окисно-відновної дії у листках пшениці ярої (фаза колосіння)

Варіант досліду	Каталаза, мк. моль розкладеного H ₂ O ₂					Пероксидаза, мк. моль розкладеного гваяколу					Поліфенолоксидаза, мк. моль розкладеної аскорбінової кислоти				
	2021 р.	2022 р.	2023 р.	середнє	% до контролю	2021 р.	2022 р.	2023 р.	середнє	% до контролю	2021 р.	2022 р.	2023 р.	середнє	% до контролю
Без препаратів (контроль I)	9,4	6,6	7,4	7,8	100,0	40,4	119,0	68,0	75,8	100,0	13,2	4,8	5,3	7,8	100,0
Без препаратів + ручне прополовання (контроль II)	11,0	7,9	8,4	9,1	116,7	48,6	138,4	73,9	87,0	114,8	15,8	5,4	6,0	9,1	116,7
Емістим С	10,9	7,9	8,2	8,49	115,4	52,0	138,8	78,8	89,9	118,6	16,1	5,6	6,0	9,2	117,9
Емістим С + ручне прополовання	11,7	8,4	10,0	10,0	128,2	53,4	7	82,4	95,3	125,7	17,4	6,1	6,6	10,0	128,2
Логран 6,5 г/га	10,4	7,0	8,3	8,6	110,3	46,0	128,5	71,4	82,0	108,2	15,0	5,3	5,9	8,7	112,0
Логран 7 г/га	11,2	8,2	8,5	9,3	119,2	49,2	139,4	74,4	87,7	115,7	16,3	5,6	6,2	9,4	115,8
Логран 7,5 г/га	10,3	7,2	8,2	8,6	110,3	45,6	128,0	71,4	81,7	107,7	15,8	5,4	5,9	9,0	115,8
Логран 6,5 г/га + Емістим С	12,6	8,5	10,0	10,4	133,0	54,6	151,0	84,4	96,7	127,6	18,0	6,3	7,0	10,4	133,8
Логран 7 г/га + Емістим С	11,9	7,6	9,9	9,8	125,6	53,3	142,0	80,0	91,8	121,1	17,3	5,8	6,6	9,9	126,9
Логран 7,5 г/га + Емістим С	11,9	7,8	9,8	9,8	125,6	51,8	140,4	78,4	90,8	119,8	17,2	5,8	6,4	9,8	125,6
НІР05	1,7	1,1	1,0			5,5	19,9	10,1			2,4	0,7	0,9		

Список використаних джерел

1. Андрущенко А. 4–5 млн. насінин на гектар – це оптимально. *Пропозиція*. 2002. №1. С. 40–41.
2. Бунас А. А., Ткач С. Д., Дворецький В. В., Дворецька О. М. Ефективність застосування препарату біосистем POWER, кс (Biosistem POWER, sc) для прискорення деструкції післяживних решток. *Агроекологічний журнал*. 2022. № 3. С. 119–125.
3. Гербіцидний захист озимої пшениці в період кушення – виходу в трубку препаратами Defenda. URL: <https://www.lnz.com.ua/news/gerbicidnij-zahist-ozimoi-psenici-v-period-kusenna-vihodu-v-trubku-preparatami-defenda>

4. Голодрига О. В. Ефективність застосування Тарги супер і Емістиму С у посівах сої в умовах Правобережного Лісостепу України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: 06.01.01. Дніпропетровськ, 2005. 20 с.
5. Гордієнко В. П., Геркіял О. М., Опришко В. П. Землеробство. Київ: Вища школа, 1991. 268 с.
6. Грицаєнко З. М., Карпенко В. П. Активність окисно-відновних ферментів в рослинах ярого ячменю з підсівом і без підсіву конюшини при дії гербіцидів. *Зб. наук. праць Уманської сільськогосподарської академії*. 1998. С. 87–89.
7. Грицаєнко З. М., Кравченко Ю. І., Бойко Л. І. Біологічне обґрунтування впливу гербіцидів на фізіолого-біохімічні процеси і продуктивність озимої пшениці залежно від мінерального фону і попередників. *Біолого-екологічні основи вирощування сільськогосподарських культур в умовах Лісостепу України*. 1994. С. 19–30.
8. Грицаєнко З. М., Ковальський Е. П., Бутило А. П., Недвига О. С. Гербіциди та їх раціональне використання. Київ: Урожай, 1996. 304 с.
9. Досвід кращих поважай – збереш добрий урожай. *Пропозиція*. 2002. № 2. С. 59.
10. Карпенко В. П., Павлишин С. В. Активність антиоксидантних ферментів у рослинах пшениці полби звичайної за дії гербіциду Пріма Форте 195 і регулятора росту рослин Вуксал Біо Віта. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2018. Вип. 3. С. 61–65.
11. Пономаренко С. П. Створення та впровадження нових регуляторів росту рослин в агропромисловому комплексі України. *Ефективність хімічних засобів у підвищенні продуктивності с.-г. культур*. 2001. С. 15–23.
12. Починок Х. Н. Методи біохімічного аналізу рослин. Київ: Наукова думка, 1976. С. 166–175.
13. Трибель С. О. Стійкі сорти. *Захист та карантин рослин*. 2004. № 6. С. 6–7.
14. A history of weed control in the United States and Canada – a sequel. *Weed Sc.* 2005. № 53. P. 762–768.
15. Muyaiaer T., Huada D. R., Li W. et al. Agriculture Development, Pesticide Application and Its Impact on the Environment. *Int J. Environ Res Public Health*. 2021. Vol. 18(3). P. 11–12.
16. Poltoretskyi S. P. Formation of density of seed sowing of millet (*Panicum miliaceum* L.) depending on the term and method of sowing. *Вісник Уманського НУС*. 2017. № 1. С. 59–64.

References

1. Andriushchenko, A. (2002). 4–5 mln. nasynyn na hektar – tse optymalno. *Propozytsiia, 1, 40–41* [in Ukrainian].
2. Bunas, A. A., Tkach, Ye. D., Dvoretzkyi, V. V., Dvoretzka, O. M. (2022). Efektyvnist zastosuvannia preparatu biosystem POWER, ks (Viosistem POWER, sc) dlia pryskorennia destrukttsii pisliazhnyvnykh reshtok. *Ahroekolohichniy zhurnal, 3, 119–125* [in Ukrainian].
3. Herbitysydni zakhyst ozymoi pshenytsi v period kushchennia – vykhodu v trubku preparatamy Defenda. URL: <https://www.lnz.com.ua/news/gerbicydnyj-zahist-ozymoi-psenicy-v-period-kusenna-vihodu-v-trubku-preparatami-defenda>
4. Holodryha, O. V. (2005). Efektyvnist zastosuvannia Tarhy super i Emistymu C u posivakh soi v umovakh Pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy: Avtoref. dys. na zdobuttia nauk. stupenia kand. s.-h. nauk: 06.01.01. Dnipropetrovsk [in Ukrainian].
5. Hordiienko, V. P., Herkiial, O. M., Opryshko, V. P. (1991). Zemlerobstvo. Kyiv: Vyshcha shkola [in Ukrainian].
6. Hrytsaienko, Z. M., Karpenko, V. P. (1998). Aktyvnist okysno-vidnovnykh fermentiv v roslynakh yaroho yachmeniu z pidsivom i bez pidsivu koniushyny pry dii herbitysydiv. *Zb. nauk. prats Umanskoj silskohospodarskoi akademii, 87–89* [in Ukrainian].
7. Hrytsaienko, Z. M., Kravchenko, Yu. I., Boiko, L. I. (1994) Biolohichne obgruntuvannia vplyvu herbitysydiv na fiziolooho-biokhimichni protsesy i produktyvnist ozymoi pshenytsi zalezno vid mineralnoho fonu i poperednykiv. *Biolooho-ekolohichni osnovy vyroshchuvannia silskohospodarskykh kultur v umovakh Lisostepu Ukrainy, 19–30* [in Ukrainian].
8. Hrytsaienko, Z. M., Kovalskyi, E. P., Butylo, A. P., Nedvyha, O. S. (1996). Herbitysydy ta yikh ratsionalne vykorystannia. Kyiv: Urozhai [in Ukrainian].
9. Dosvid krashchykh povazhai – zberesh dobryi urozhai. (2002). *Propozytsiia, 2, 59–61* [in Ukrainian].
10. Karpenko, V. P., Pavlyshyn, S. V. (2018). Aktyvnist antyoksydantnykh fermentiv u roslynakh pshenytsi polby zvychnoi za dii herbitysydu Prima Forte 195 i rehuliatora росту росlyn Vuksal Bio Vita. *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomor'ia, 3, 61–65* [in Ukrainian].
11. Ponomarenko, S. P. (2001). Stvorennya ta vprovadzhenня novykh rehuliatoriv росту росlyn v ahropromyslovomu kompleksi Ukrainy. *Efektyvnist khimichnykh zasobiv u pidvyshchenni produktyvnosti s.-h. kultur, 15–23* [in Ukrainian].
12. Pochynok, Kh. N. Metody biokhimichnoho analizu росlyn. Kyiv: Naukova dumka [in Ukrainian].
13. Trybel, S. O. (2004). Stiiki sorty. *Zakhyst ta karantyn росlyn, 6, 6–7* [in Ukrainian].
14. A history of weed control in the United States and Canada – a sequel. (2005). *Weed Sc., 53, 762–768*.
15. Muyaiaer, T., Huada, D. R., Li, W. (2021). Agriculture Development, Pesticide Application and Its Impact on the Environment. *Int J. Environ Res Public Health, 18(3), 11–12*.
16. Poltoretskyi, S. P. (2017). Formation of density of seed sowing of millet (*Panicum miliaceum* L.) depending on the term and method of sowing. *Visnyk Umanskohe NUS, 1, 59–64*.

ІНТРОДУКОВАНА ДЕНДРОФЛОРА МІСТА УЖГОРОДА

Анастасія Карандевич

магістрантка кафедри біології та методики її навчання,
Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини
E-mail. karandevych.a@udpu.edu.ua

Галина Чорна

канд. біол. наук, доцент кафедри біології та здоров'я людини,
Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини
ORCID: 0000-0002-9633-1618
E-mail. udpu_botanica@ukr.net

В урбанізованому середовищі види дендрофлори, зокрема інтродукованої, відіграють важливу роль у формуванні ландшафтів, створенні комфортних умов проживання. Місто Ужгород завдяки використанню в озелененні численних декоративних екзотів набуло слави квітучої оази Закарпаття. Метою дослідження було з'ясування видового складу інтродукованої дендрофлори м. Ужгород і її комплексний аналіз.

В роботі використано описовий та метод аналізу літератури, гербарних і фотоматеріалів, зокрема сайту iNaturalist, списків видового складу ботанічних садів і дендропарків регіону, деєктусів ботанічних установ, а також метод узагальнення та синтезу.

Нами проведені дослідження зелених насаджень міста Ужгорода, розташованого на стику двох флористичних провінцій, Паннонської та Центральноєвропейської, в сприятливих для видів дендрофлори термічних і мікрокліматичних умовах. Визначений та проаналізований таксономічний склад дендрофлори, видалено провідні родини за кількістю інтродуцентів (Asteraceae, Fabaceae). Проведено біоморфологічний та ареалогічний аналіз інтродукованої дендрофлори.

Ключові слова: дендрофлора парків і скверів; інтродуковані види; таксономічний; біоморфологічний; ареалогічний аналіз; Закарпаття.

INTRODUCED DENDROFLORA OF THE CITY OF UZHGOROD

Anastasiia Karandevych

master's student at the department of biology and human health, Pavlo Tychyna Uman state pedagogical university
E-mail. karandevych.a@udpu.edu.ua

Halyna Chorna

candidate of biological sciences, associate professor at the department of biology and human health, Pavlo Tychyna Uman state pedagogical university
ORCID: 0000-0002-9633-1618
E-mail. udpu_botanica@ukr.net

In an urbanized environment, dendroflora species, in particular introduced ones, play an important role in shaping landscapes and creating comfortable living conditions. Thanks to use of numerous decorative exotics in landscaping, the city of Uzhhorod has gained fame of a blooming oasis of Transcarpathia. Purpose of the study was to find out the species composition of the introduced dendroflora of the city of Uzhhorod and its comprehensive analysis.

The work uses a descriptive and analysis method of literature, herbarium and photo materials, in particular iNaturalist website, species composition lists of botanical gardens and arboretums of the region, delectus of botanical institutions, as well as the method of generalization and synthesis.

We conducted research on the green areas in the city of Uzhhorod, located at the junction of two floristic provinces, Pannonian and Central European, in thermal and microclimatic conditions favorable for species of dendroflora. Taxonomic composition of dendroflora was determined and analyzed, the leading families by the number of introducers were removed (Asteraceae, Fabaceae). A biomorphological and areological analysis of introduced dendroflora was carried out.

Keywords: dendroflora of parks and squares; introduced species; taxonomic; biomorphological; areological analysis; Transcarpathia.

У всьому світі рослини славляться та цінуються не лише своїми утилітарними властивостями як харчові, сировинні, лікарські, а й естетичними якостями – кольором, формою, ароматом. Це стосується як трав'яних, так і деревних рослин. Краса дерев і кущів – джерело натхнення для ландшафтних архітекторів, будівничих дендропарків і численних садівників – аматорів у всі часи та у всіх народів [8, с. 20]. Інтродукція рослин сягає своїм корінням у глибоку давнину, вона набула розквіту в епоху великих географічних відкриттів. Серед відважних мореплавців, що вирушали в далекі краї, майже повсякчас були і «мисливці за рослинами». Не зважаючи на труднощі та небезпеки натуралісти постачали до Європи заморські дивовижні рослини, які висаджувались у ботанічних садах і дендрологічних парках. Таким чином поширювались по світу екзотичні види із Китаю та Японії, Північної та Південної Америки. Екзоти висаджувались у садах монастирів, ними хизувались власники палаців і маєтків. Згодом з'явилися університетські ботанічні сади [3, с. 220].

Нині не завжди можна встановити, якими саме шляхами поширювались ті чи інші види інтродуцентів, але важливо обліковувати їх видовий склад і мати чітке уявлення щодо вторинних інтродукційних ареалів цих видів. У сучасному глобалізованому світі важливо контролювати стан поширення неаборигенних видів, оскільки окремі з них мають здатність до інвазій. Отже, з одного боку, інтродукція дендрофлори дозволяє збагачувати асортимент видів, використовуваних для озеленення, з іншого – потребує контролю з метою запобігання поширення небажаних, інвазійно небезпечних видів. З огляду на це тема дослідження є актуальною. Закарпатський регіон і його центр, місто Ужгород, обрані для аналізу інтродукованої дендрофлори з огляду на природні особливості щодо розташування, клімату та історію міста, що зазнало впливу багатьох культур.

Метою дослідження було з'ясування видового складу інтродукованої дендрофлори м. Ужгород і її комплексний аналіз. Для виконання мети нами було: з'ясувано вплив кліматичних умов Закарпаття на поширення видів автохтонної та інтродукованої флори; розглянуто історію інтродукції декоративної дендрофлори Закарпатті; складено перелік найбільш характерних для м. Ужгород декоративних інтродуцентів і на його основі проведено таксономічний, біоморфологічний та ареалогічний аналіз дендрофлори.

В роботі використано описовий та метод аналізу літератури, гербарних і фотоматеріалів сайту iNaturalist, списків видового складу ботанічних садів і дендропарків регіону, делектусів ботанічних установ, а також метод узагальнення та синтезу.

Особливість географічного розташування Закарпатської рівнини на стику двох флористичних провінцій (Паннонської та Центральноєвропейської) викликає розбіжності у поглядах дослідників при віднесенні регіону до певного флористичного виділу. Згідно з флористичним районуванням України район досліджень відноситься до Паннонської провінції Паннонсько-Причорноморсько-Прикаспійської області. Дослідження флори Закарпатської рівнини та ареалів її видів показали, що її доцільніше віднести до Центральноєвропейської флористичної провінції Європейської області Північнопалеарктичного підцарства Голарктичного царства. Однак, поряд з центральноєвропейськими елементами, тут зустрічаються паннонські та субпаннонські елементи флори, тому флористичний район Закарпатської рівнини відносимо до підпровінції Паннонської флори. Характер поширення центральноєвропейських, паннонських та субпаннонських елементів флори дає можливість виділити в межах флористичного району 2 підрайони: північно-східний (Ужгородсько-Мукачівський), до якого входить регіон наших досліджень, та південно-західний, (Берегівсько-Виноградівський) [10, с. 56].

Ужгород – місто біля підніжжя Карпат має багату й давню історію. Засноване у IX столітті, воно опинилося під владою Угорщини, а пізніше – Австро-Угорщини. Було довгий час фортецею роду Другетів. Серцем Ужгорода є його замок, численних туристів також приваблюють костел, синагога та резиденція єпископа, милують око зелені шати міста.

Місто розташоване майже на однаковій відстані від трьох найближчих морів: Балтійського, Адріатичного та Чорного (650–690 км), що робить його найбільш внутрішнім містом у цій частині Європи. Місто розташоване на висоті приблизно 120 м в передгір'ях Карпат. Територія міста становить 41,56 км². Протяжність міста з півночі на південь – 12 км, зі сходу на захід – 5 км. Найвища точка Ужгорода – гора Велика Дайбовецька – 224 м. Площа зелених масивів і насаджень становить 1574 га, крім цього, Ужгород оточений лісами. Значну частину площі міста становить правобережна частина (Старе Місто), яка дещо більша за лівобережну. Береги річки Уж пов'язують 7 мостів. В Ужгороді багато парків та скверів, серед яких: ботанічний сад (загальнодержавного значення), 10 парків-пам'яток садово-паркового мистецтва [11, с. 83].

Ужгородський ботанічний сад належить до відносно молодих садів, але все ж має свою багату історію. Рішення про створення ботанічного саду при Ужгородському університеті ухвалено 28 листопада 1945 р., а вже в лютому наступного року для саду було виділено територію площею 4,5 га на правому березі р. Уж на східній околиці Ужгорода та розпочато формування штату. У квітні 1946 р. розпочалася копітка праця із закладання експозиційних і колекційних ділянок. Наступного року приступили до планомірного створення дендрологічної колекції, а із 1948 р. запроваджено напрямок роботи щодо інтродукції та акліматизації, зокрема екзотичних рослин. Посадковий і насінневий матеріал отримували завдяки численним експедиціям та дружній допомозі інших ботанічних садів. Пік інтродукції субтропічних дикорослих і культурних видів дендрофлори припав на 1952–1962 роки. Багато дерев, що прикрашають сад, досягли шістдесяти-семидесяти років.

Дендропарк створювався за ботаніко-географічним принципом. Сформовано ділянки флори Азії, Америки, Кавказу тощо. Тоді ж закладено розсадник, внаслідок чого в озелененні Ужгорода та інших міст і містечок Закарпаття зростає участь інтродуцентів. Ботанічний сад Ужгородського національного університету заснований на місці, де існували два горіхово-фруктових сади – там росли 96 горіхів, а також інші дерева: яблуня, груша, черешня, вишня, алича, бузина, шипшина, ожина і верба. Ботанічний сад розташований на трьох терасах, перепад висот становить 22 метри. Третина площі саду розташована на першій і другій терасах над річкою, а решта території спускається в заплаву частину долини. Ґрунт складають вулканічні материнські породи, покриті шаром суглинкових окультурених ґрунтів.

В Ужгородському ботанічному саду є сотні незвичних для Закарпаття дерев: гінґо дволопатеве, секвоядендрон гігантський (мамонтове дерево), криптомерія японська, тюльпанове дерево, клен цукровий, бамбук курільський, каштан їстівний, верба Матсуді, тополя бальзамічна, верба вавилонська, софора японська, гліцинія китайська та інші.

У колекції представлені види декоративних кущів: калікант флоридський, будлея Давида, клеродендрон трироздільний, даная гілляста, калікарпа японська, по декілька видів і культиварів барбарису, бруслини. Усього в дендрарії зібрано понад 350 таксонів екзотичних рослин [9, с. 156]. Ряд цих нових для регіону дерев та кущів прикрашають також вулиці Ужгорода.

Вважається, що до Ужгорода сакури були інтродуковані у 1923 році з Відня. У нинішньому році сакурам в районі набережної річки Уж виповниться 100 років. З роками ці дерева у м'якому кліматі Закарпаття чудово прижилися, нині сакура заповонила не лише Ужгород, а поширилася в Мукачево та ряді інших міст України [12, с. 95]. Серед видів дендрофлори, що успішно вирощуються в Ужгороді: каштан їстівний, багряник японський, форзиція плакуча, тамарикс галузистий та багато інших [1, с. 20].

Успішно інтродуковані в Закарпатті види кавказького походження. В ботанічному саду Ужгорода одна із ділянок ботаніко-географічної експозиції присвячена саме Кавказу. На ній прекрасно почуваються ліщина ведмежа, ялиця Нордмана або кавказька, піраканта яскраво-червона [1, с. 33]. Для живоплотів та дво- і триярусних різнокольорових огорож в Ужгороді, як і в інших містах, успішно використовується вовче лико звичайне або лігустріна (*Ligustrum vulgare*) та його строкатолісті сорти [5, с. 29].

Особливою популярністю в сучасному ландшафтному дизайні користуються дерев'янисті красноквітучі ліани-інтродуценти. Приватні садиби Ужгорода прикрашають численні сорти клематиса, у класифікації якого нині використовують зокрема забарвлення квітки. Найвище цінуються сорти з чистим, яскравим, невігоряючим білим, рожевим, червоним, пурпуровим, бузковим, блакитним, синім, фіолетовим, жовтим забарвленням [1, с. 78]. Все більшої популярності в Ужгороді набувають гліцинія китайська з бузковими, фіолетовими, рожевими пониклими китицями суцвіть та яскрава оранжево- або червоно-квіткова текома (*Campsis radicans*) [12, с. 111].

Для вертикального озеленення використовують також виткі троянди, в Ужгороді це насамперед шипшина багатоквіткова з численними дрібними білоквітковими суцвіттями букетами. Серед інтродукованих таксонів численні виткі сорти чайно-гібридних, грандіфлора, флорибунда, мініатюрні троянди.

Своєрідним напрямком інтродукції декоративної дендрофлори, притаманним Ужгороду, є висаджування мініатюрних сортів дерев і кущів на альпійських гірках – «скалках». Альпінарії «скалки» прийшли до Ужгорода з Чехії. Загальний вигляд альпінаріїв, звичайно, не може на невеликій площі відтворити всю красу гір, але досить схоже імітує гірські кам'янисті розсипи [2, с. 8]. Не лише в Ужгороді, а й далеко за його межами відомий своєрідний сад «Скалка» аматора Віктора Ганущака. Побудований у природному стилі він чудово вписався в ландшафт. Візуальними центрами композиції самобутній ландшафтний дизайнер обрав хвойні рослини. Різні декоративні форми сосни гірської, карликові форми ялини, тсуги канадської, ялівців слугують чудовим фоном для квітучих альпійських видів первоцвіту, ломикаменя, смілки. Після відцвітання ґрунто-покривних видів ті ж хвойні лишаються головним акцентом саду.

Крім інтродукованих видів дендрофлори, тобто видів, переміщених за межі їх природного ареалу, при озелененні населених місць у всі часи використовувались автохтонні види, тобто місцеві види дерев і кущів. Ще з часів Київської Русі слов'яни утримували біля своїх поселень «заповідні гаї». Неможливо передати словами всі враження, весь захват від напрочуд багатой і красивої природи міста Ужгород. Буквально на кожному кроці на очі потрапляють чудові, часто унікальні рослини, які добре почувають себе в Ужгороді, завдяки м'якому клімату і дбайливому доглядові. Дуже незвично радіти теплим, сонячним дням уже з перших днів березня. Тим більше, що під час дороги, якихось декілька годин назад, милувались ще засніженіми горами. Але справжні дива чекали попереду. Місцеві жителі порадили відвідати одне із своїх улюблених місць відпочинку – Боздоський парк, закладений 1954 року на площі 58 га.

Пройшовши повітряний пішохідний міст через бурхливу на той час річку Уж потрапляєш чи то в казку, чи то в фільм-фентезі. В сутінках великі старі дерева, заплетені від землі і майже до верхівок темно-зеленими ліанами, походять на живі істоти. Вдень, під сонячними променями листя ліан переливається усіма відтінками зеленого кольору. Алеї і стежки Боздоського парку рясніють місцевими грабами, кленами чи ясенями, а також інтродукованими видами рослин (софора японська, робінія, гімалайська сосна, бархат амурський, тополя канадська, катальпа гібридна, айва японська).

У Підзамковому парку росте величезне дерево, яке вважають самим старим в Ужгороді – «Платан Другетів». Окружність цього платана-гіганта – 9,6 м, висота – 22 м. Недалеко від нього ріс ще один платан, ймовірно його брат. В 1960 році його зрубали, а зріз виставили в залі відділу «Природа» Закарпатського краєзнавчого музею. Дослідження показали, що зрубаному платану було близько 360 років.

В центрі Ужгорода над берегами річки Уж розкинулось декілька прекрасних алеї з майже віковими деревами. Розкішна гіркокаштанова алея вражає не тільки своїми свічами з квітами насичено-яскравого рожевого кольору, а й формою самого дерева. Ароматна липова алея вважається самою найдовшою в Європі. Дарує затінок відпочиваючим спекотної пори і радує своїми медоносними квітами бджілок. Неабияке естетичне задоволення отримують відвідувачі величної алеї. Центр Ужгорода багатий на чудові алеї. Від пішохідного до

автомобільного містків красуються: вздовж одного берега липова алея, а вздовж протилежного – гіркокаштанова.

Велике естетичне задоволення отримують відвідувачі міста навесні, під час цвітіння сакур і магнолій, яких в Ужгороді стає дедалі більше.

Починаючи з квітня до середини літа місто неначе святкує фестиваль квітучих дерев і кущів: квітнуть різні сорти сакур, магнолій, іудине дерево, керія, рододендрони. Квіткову зливу нагадують звисаючі яскраво-бузкові і фіолетові суцвіття гліцинії.

На основі проведених нами досліджень, аналізу літератури та фотоматеріалів, а також частково гербарних зборів із Закарпаття, представлених у Гербарії флори України УДПУ (USPU), складено перелік 35 найбільш поширених інтродуцентів, які використовуються в озелененні м. Ужгород. До переліку не входять ті види, які були відмічені поодинокі або зустрічаються лише на інтродукційних ділянках Ботанічного саду Ужгородського національного університету. Нами проаналізовано найбільш поширені види дендрофлори відділу Покритонасінні або Магнолієцвіті, оскільки одним із завдань виконуваної роботи було з'ясування особливостей фенології їх цвітіння. Саме квітучі дерева та кущі створюють неповторну атмосферу у парках і скверах міста, а також на його вулицях. Аналіз представників відділу Голонасінні, які також використовуються в озелененні м. Ужгорода, не входив у рамки нашого дослідження.

Таксономічний аналіз показав, що найпоширеніші інтродуценти належать до 19 родин класу двосім'ядольні. Провідними за кількістю видів є родини Розові (9 видів), Бобові (4 види), Жимолостеві (3 види), Гіркокаштанові (2 види), Вересові (2 види), Букові (2 види). До цих шести родин входять 22 види, що становить 63% дослідженої вибірки таксонів. Решта 13 родин: Маслинові, Вербові, Бруслинові, Аукубові, Рутові, Магнолієві, Тамариксові, Півонієві, Шовковицеві, Кленові, Кизилові, Аралієві, Бігнієві містять у дослідженій дендрофлорі по одному виду [13, с. 335].

При аналізі біоморф дослідженої дендрофлори за системою Раункієра всі 35 видів належать до фанерофітів, оскільки бруньки відновлення у них містяться високо над поверхнею ґрунту. При несприятливих умовах вони можуть бути захищені лише бруньковими лусочками у випадку закритих бруньок та волосками чи лусочками на поверхні листових зачатків відкритих бруньок. Останній варіант, а саме відкриті бруньки, характерні для фотінії голої, дерену Коуза, калини зморшкуватої, аукуби звичайної та інжиру звичайного. Саме ці види є найменш морозостійкими, але завдяки м'яким зимам в Ужгороді вони можуть перезимувати [14, с. 140].

Аналіз належності до дерев, кущів, ліан показує, що найчастіше в озелененні Ужгорода використовуються різноманітні декоративні кущі, яких нараховується 17 видів, різноманітність дерев дещо менша – 15 видів, а ліан відмічено лише три види. Гліцинія китайська при вирощуванні потребує опори, яку обплітає за рахунок витких молодих пагонів, що згодом лігніфікуються та дерев'яніють. В Ужгороді відмічено також досить декоративну плакучу штамбову форму гліцинії. Плющ звичайний за рахунок чіпких коренів піднімається по огорожах, альтанках, хоча може використовувати як опору близько від нього ростучі дерева. Бруслина Форчуна також має чіпкі корені, але може вирощуватись як ґрунтопокривна рослина.

Ареалогічний аналіз показав, що в Ужгороді досить популярними є декоративні види дендрофлори, що походять із Південно-Східної Азії та є поширеними в Японії або Китаї. Видовий синонім «японська» характерний для видів кількох родів: таволга, керія, софора, аукуба. Нерідко вирощується також красивоквітучий великий кущ хенемелес японський. Популярні в Японії дерева сакури стали не менш популярними в закарпатському Ужгороді. Із Японії походить також декоративноквітуча слива пилчаста, вейгела квітуча, форзиція повисла, окремі види рододендронів, дерен Коуза. Останній вид ще зовсім рідко зустрічається в озелененні, Ужгород і Львів – одні з перших міст України, де його можна побачити.

З Китаю походить яблуня Недзвецького, гліцинія китайська, калина зморшкувата,

верба вавилонська, півонія деревовидна, понцирус трилисточковий. Ряд вище названих видів японського походження зустрічається також в природних біотопах Китаю [4, с. 40]. Лише кілька північно-американських за походженням видів набули поширення в Ужгороді. Це катальпа гарна, багряник канадський та аморфа кушова. Останній вид у зв'язку з інвазійним поширенням на півдні України взагалі не варто рекомендувати для використання в озелененні. До популярних в Ужгороді належать і кілька гібридів, насамперед це магнолія Суланжа та гіркокаштан м'ясочервоний.

Кілька видів, що часто вирощуються у скверах і на вулицях Ужгорода, походять із різних частин Європи. Так, плющ звичайний поширений у природних біотопах Західної, Центральної та Південної Європи, тому Закарпаття є сприятливим регіоном для його культивування. Нами включено до переліку декоративної дендрофлори Ужгорода також такі характерні для Українських Карпат види, як клен-явір, бук лісовий, бузину звичайну з огляду на те, що в озелененні використовуються здебільшого їх форми та сорти з яскраво вираженими декоративними ознаками. Середземноморський за походженням каштан їстівний в умовах Закарпаття здатний до плодоношення. Переважання в озелененні Ужгорода видів, що походять із Японії та приморських частин інших країн пов'язуємо насамперед із кліматичними умовами Закарпаття, зокрема режимом зволоження.

За фенологією цвітіння та часом найбільшої декоративності аналізовану дендрофлору можна розділити на кілька умовних груп: ранньовесняні, квітнево-травневі та ранньолітні. До першої групи відносимо таволгу (спірею) японську, яка задовго до цвітіння, вже під час розпускання вегетативних бруньок у березні досить декоративна. Це обумовлено яскравим червоним забарвленням молодих листочків, які лише згодом набудуть зеленого кольору. До цієї ж групи належать верба вавилонська з ніжною зеленню та суцвіттями сережками на пониклих пагонах, форзиція повисла з жовтими квітами, які з'являються до розпускання листя. Досить декоративно виглядають у березні також строкатолісті аукуба та бруслина. Ефектно виглядають також молоді пагони софори, на яких на зеленому фоні кори виділяються сочевички світлого забарвлення [7, с. 66].

Другий, квітнево-травневий фенологічний період особливо яскравий барвами. Це і оранжево-червоні квіти хеномелеса, рожева пишнота сакур і фарфорово-рожеві чаші магнолій, темно-рожеві багряники, жовті керії. Завершує цей період квітування пишних деревоподібних півоній, серед колючих зелених гілок понцируса розпускаються білі запашні квіти. Ранньолітнє квітування характерне для гліцинії, калини зморшкуватої, вейгели, дерена Коуза, фотинії. На зламі весни – літа квітують гіркокаштани, зокрема гіркокаштан м'ясочервоний над річкою Уж [7, с. 74].

Нами з'ясовано видовий склад міських насаджень м. Ужгорода та проведено його комплексний аналіз. З'ясовано, що кліматичні умови Ужгорода є сприятливими для інтродукції в умовах міста багатьох декоративних видів дендрофлори, зокрема сакур і магнолій, а перші інтродуценти в Ужгороді з'явилися ще за часів Австро-Угорської імперії, а заснування в середині ХХ століття Ботанічного саду Ужгородського університету дозволило значно збагатити декоративну дендрофлору міста, його садів і парків, а також приватних садиб і вулиць. Складений нами перелік найбільш поширених в озелененні Ужгорода видів декоративної дендрофлори включає 35 таксонів видового рівня.

Таксономічний аналіз дозволив з'ясувати переважання серед інтродуцентів видів родин Розові та Бобові, більшість яких є високо декоративними під час цвітіння. Цілий ряд родин представлений в озелененні Ужгорода одним-двома видами. Це переважно такі популярні види, як ранньоквітуча форзиція повисла (Маслинові), півонія деревовидна (Півонієві), понцирус трилисточковий (Рутові). Останній має два піки декоративності – під час цвітіння та під час плодоношення, коли дерева вкриваються яскравими оранжевими плодами. В результаті біоморфологічного аналізу з'ясовано, що всі види дендрофлори є фанерофітами, кількість дерев і кущів майже однакова, а до ліан належать лише три види – гліцинія китайська, плющ звичайний та бруслина Форчуна. Ареалогічний аналіз показує високу участь у аналізованій дендрофлорі видів, інтродукованих із Японії та Китаю. На основі матеріалів дослідження запропоновано асортимент красивоквітучих дерев і кущів різного періоду цвітіння для шкільного ботанічного саду чи дендрарію.

Список використаних джерел

1. Бродович Т. М., Бродович М. М. Деревя та кущі заходу України. Львів: Вища школа, 1979. 254 с.
2. Ганушин В. Чеська назва альпійської гірки – «скалка». *Квіти України*. 2018. № 2. С. 7–9.
3. Заповідні території України. Ботанічні сади та дендропарки. Київ, 2009. С. 220–224.
4. Клименко А. В. Рослини китайського походження в Україні. *Квіти України*. 2008. № 3. С. 38–40.
5. Клименко А. В. Деревя з декоративним листям і незвичайною корою. *Квіти України*. 2016. № 5. С. 25–30.
6. Коршук Т. П. Листопадні магнолії. Київ: Дім, сад, город, 2004. 88 с.
7. Коструба Т. М., Скакун В. О. Деревя та кущі Черкащини. Умань: Сочінський М. М., 2019. 140 с.
8. Кучерявий В. П. Озеленення населених місць. Львів: Світ, 2005. 456 с.
9. Липа О. Л. Визначні сади і парки України. Київ: Видавництво Київського університету, 1960. 176 с.
10. Природа Закарпатської області / за ред. К. І. Геренчука. Львів: Вища школа, 1981. 156 с.
11. Терлецький В. К., Фодор С. С., Гладун Я. Д. Ботанічні скарбниці Карпат. Ужгород: Карпати, 1985. 136 с.
12. Фодор С. С., Терлецький В. К., Гладун Я. Д. Екзоти Карпат. Ужгород: Карпати, 1982. 120 с.
13. Mosyakin S., Fedoronchuk M. Vascular plants of Ukraine (a nomenclatural checklist). Kyiv: M. G. Kholodny Institute of Botany, 1999. 346 p.
14. The Illustrated Book of Trees and Shrubs. London: Caxton Editions, 1998. 256 p.

References

1. Brodovych, T. M., Brodovych, M. M. (1979). Dereva ta kuschi zakhodu Ukrainy. Lviv: Vyscha shkola [in Ukrainian].
2. Hanuschyn, V. (2018). Ches'ka nazva al'piis'koi hirky – “skalka”. *Kvity Ukrainy*, 2, 7–9 [in Ukrainian].
3. Zapovidni terytorii Ukrainy. Botanichni sady ta dendroparky. (2009). Kyiv [in Ukrainian].
4. Klymenko, A. V. (2008). Roslyny kytais'koho pokhodzhennia v Ukraini. *Kvity Ukrainy*, 3, 38–40 [in Ukrainian].
5. Klymenko, A. V. (2016). Dereva z dekoratyvnym lystiam i nezvychnoiu koroiu. *Kvity Ukrainy*, 5, 25–30 [in Ukrainian].
6. Korshuk, T. P. (2004). Lystopadni mahnolii. Kyiv: Dim, sad, horod [in Ukrainian].
7. Kostruba, T. M., Skakun, V. O. (2019). Dereva ta kuschi Cherkaschyny. Uman: Sochinskyi M. M. [in Ukrainian].
8. Kucheriavyyi, V. P. (2005). Ozelenennia naselenykh mist. Lviv: Svit [in Ukrainian].
9. Lypa, O. L. (1960). Vyznachni sady i parky Ukrainy. Kyiv: Vydavnytstvo Kyivskoho universytetu [in Ukrainian].
10. Pryroda Zakarpatskoi oblasti. K. I. Herenchuk (Ed.) et al (1981). Lviv: Vyscha shkola [in Ukrainian].
11. Terletskyi, V. K., Fodor, S. S., Hladun, Ya. D. (1985). Botanichni skarbnytsi Karpat. Uzhhorod: Karpaty [in Ukrainian].
12. Fodor, S. S., Terletskyi, V. K., Hladun, Ya. D. (1982). Ekzoty Karpat. Uzhhorod: Karpaty [in Ukrainian].
13. Mosyakin, S., Fedoronchuk, M. (1999). Vascular plants of Ukraine (a nomenclatural checklist). Kyiv: M. G. Kholodny Institute of Botany.
14. The Illustrated Book of Trees and Shrubs. (1998). London: Caxton Editions.

МЕТОДОЛОГІЧНІ, ТОПОГРАФО-ГЕОДЕЗИЧНІ І ПРАКТИЧНІ ПІДХОДИ ЩОДО ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНОГО ВДОСКОНАЛЕННЯ ЗЕМЛЕКОРИСТУВАННЯ ФЕРМЕРСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

Володимир Кирилюк

канд. с.-г. наук, доцент кафедри географії, геодезії та землеустрою,
Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини

ORCID: 0000-0003-2098-0520

E-mail: hidrotechnik@ukr.net

Томас Рожі

викладач-стажист кафедри географії, геодезії та землеустрою,
Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини

ORCID: 0000-0002-6794-9662

E-mail: tomas.rozhi.94@gmail.com

У роботі розкрито методологічні підходи еколого-економічного забезпечення сільськогосподарського землекористування фермерського господарства, розглянуто топографо-геодезичне і практичне забезпечення аграрного землекористування, наведено концептуальні аспекти формування системи раціонального сільськогосподарського землекористування, охарактеризовано базові інструменти еколого-економічного забезпечення сільськогосподарського землекористування.

Мета статті – висвітлення методологічних, топографо-геодезичних і практичних підходів, які повинні вирішуватися при розробці проєктів землеустрою щодо еколого-економічного вдосконалення землекористування фермерського господарства.

Проаналізовано загальні відомості про використання земель сільськогосподарського призначення на території фермерського господарства. Проведено організацію території землекористування виходячи з еколого-економічних умов, формування соціальної та інженерної інфраструктури. Визначено вид і тип сівозміни з урахуванням спеціалізації сільськогосподарського виробництва.

Сформовано пропозиції щодо вдосконалення землекористування фермерського господарства, на основі методологічних, топографо-геодезичних і практичних підходів формування масивів земель сільськогосподарського призначення та еколого-економічної організації території сівозмін в досліджуваному регіоні.

Ключові слова: Проєкт землеустрою; топографо-геодезичні роботи; раціональне землекористування; технологічні групи земель; організація угідь; сівозміни; упорядкування території; еколого-економічне обґрунтування проєкту.

METHODOLOGICAL, TOPOGRAPHIC-GEODESIC AND PRACTICAL APPROACHES TO THE ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC IMPROVEMENT OF LAND USE OF FARMING

Kyryliuk V.

candidate of agricultural sciences, associate professor at the department of geography, geodesy and land management, Pavlo Tychyna Uman state pedagogical university

ORCID: 0000-0003-2098-0520

E-mail: hidrotechnik@ukr.net

Rozhi T.

trainee teacher at the department of geography, geodesy and land management, Pavlo Tychyna Uman state pedagogical university

ORCID: 0000-0002-6794-9662

E-mail: tomas.rozhi.94@gmail.com

The paper reveals methodological approaches to the ecological and economic support of agricultural land use of a farm, considers topographic and geodetic and practical support of agricultural land use, provides conceptual aspects of the formation of a system of rational agricultural land use, and characterizes the basic tools of ecological and economic support of agricultural land use.

The purpose of the article is to highlight the methodological, topographic, geodetic, and practical approaches that should be addressed when developing land management projects for the ecological and economic improvement of farm land use.

A mandatory condition for leasing land is to use it in crop rotation in order to ensure the increase of soil fertility based on the use of environmentally safe technologies and the implementation of anti-erosion, agrotechnical, agrochemical, phytosanitary and other measures related to the protection of land and the prevention of irreversible loss humus, drinking elements and other useful properties.

General information on the use of agricultural land on the territory of the farm was analyzed. The organization of the land use territory was carried out based on ecological and economic conditions, the formation of social and engineering infrastructure. The kind and type of crop rotation is determined, taking into account the specialization of agricultural production.

Proposals for improving the land use of a farm are formulated on the basis of methodological, topographic, geodetic and practical approaches to the formation of agricultural land masses and the ecological and economic organization of crop rotation in the studied region.

Keywords: *Land management project; topographical and geodetic works; rational land use; technological groups of land; organization of lands; crop rotation; arrangement of the territory; ecological and economic justification of the project.*

Реформа земельних відносин в Україні ставить перед собою одне з головних завдань – це виділення громадянам земельних ділянок для ведення селянського (фермерського) господарства та особистого підсобного господарства городництва, індивідуального житлового та дачного будівництва, садівництва, тваринництва в сільській місцевості [1, с. 19].

Для формування системи раціонального землекористування фермерського господарства спочатку необхідно забезпечити гармонізацію екологічних, економічних та соціальних чинників збалансованого розвитку землекористування. У екологічному сенсі ця система повинна передбачати, щонайменше, оптимізацію структури земельних угідь й посівних площ, ґрунтозахисне меліоративне впорядкування території фермерського господарства, запровадження ґрунтозахисних технологій щодо вирощування сільськогосподарських культур. На локальному рівні запровадження цього комплексу заходів повинно реалізовуватись через розробки й запровадження проєктів землеустрою щодо еколого-економічної організації території фермерських господарств [2].

Основним методологічним підходом для визначення закономірностей, критеріїв та параметрів комплексного природокористування різних агроформувань необхідні новітні та інноваційні наукові розробки, які забезпечували б практичне, теоретичне впровадження механізмів регулювання та використання земельних ресурсів.

Таким чином, дослідження методів підвищення ефективності використання сільськогосподарських земель фермського господарства є важливою, оскільки зможе допомогти задовольнити попит на продовольство, одночасно зменшуючи тиск на земельні ресурси.

Розробка наукової проблематики, пов'язаної з організацією еколого-економічного вдосконалення землекористування території сільськогосподарських підприємств у ринкових умовах, а також забезпеченням стійкості агроландшафтів, в останні роки посилилась [3, с. 38].

Методологічний підхід до ландшафтної організації території сільськогосподарських підприємств повинен дотримуватися збалансованості умов та всіх технологій вирощування сільськогосподарських культур, що вирішувалося б не тільки на території агроформування, але і в розрізі виявлених, відносно існуючих самостійно ландшафтних екосистем [4, с. 17].

Оптимізація використання орних земель насамперед спрямована на забезпечення еколого-безпечного та економічно ефективного їх використання. Підвищення еколого-економічного потенціалу земельних ресурсів сільськогосподарських угідь означає встановлення напряму використання наявних земель, при якому найбільш родючі та

придатні для виконання основної виробничої функції землі повинні розглядатися як такі, що виконують основну виробничу функцію. Землі гіршої якості будуть залучатися до інтенсивного використання за необхідності, яка визначається ринковою кон'юнктурою [5, с. 184].

Реальним механізмом для врегулювання зазначених проблем, наведення порядку в землекористуванні, використанні та охороні земель є землеустрій, який в ст. 52 Закону України «Про землеустрій» [6] передбачає розробку «Проектів землеустрою, що забезпечують еколого-економічного обґрунтування сівозмін та впорядкування угідь».

Метою топографо-геодезичних вишукувань є створення топографічної основи у вигляді карт і планів для проведення робіт із землеустрою. Топографо-геодезичні вишукування мають забезпечити основи для проведення робіт із землеустрою, тобто усунення будь-яких незручностей у розташуванні земельних ділянок, ініціювання нових проєктів землеустрою або раціоналізація існуючих, уточнення чи зміна меж землекористувань відповідно до схем районного планування [7, с. 4].

Відповідно до ст. 1 Закону України «Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність», зазначено, що «топографо-геодезичні та картографічні роботи – процес створення геодезичних, топографічних і картографічних матеріалів, даних, топографо-геодезичної та картографічної продукції» [8].

Під топографічною зйомкою (інші найчастіше використовувані назви – геодезична та земельна) розуміють комплекс спеціалізованих робіт, результатом якого стає отримання плану чи карти місцевості (ділянки, території). Проведення топографічної зйомки – це комплекс робіт, який включає:

- підготовчий етап – збирання необхідних документів та аналіз місцевості;
- польові роботи – визначення координат, геодезичні виміри та пошук інженерних комунікацій;
- камеральні роботи – обробка отриманих вимірювань, складання та коригування підсумкового топографічного плану [9, с. 383].

У топографо-геодезичних роботах існують обов'язкові вимоги до технічного та технологічного забезпечення особи, яка виконує топографо-геодезичні, інженерно-геодезичні вишукування та картографічні роботи. Виконавець робіт повинен мати у власності або іншому законному володінні: засоби комп'ютерної, інформаційної техніки, які необхідні для виконання топографо-геодезичних, інженерно-геодезичних вишукувань та картографічних робіт; супутникові геодезичні GNSS-приймачі; високоточні й точні електронні тахеометри; теодоліти; нівеліри; гравіметри; комп'ютери і ліцензоване для них програмне забезпечення для проведення робіт з побудови Державної геодезичної мережі (ДГМ) [10].

Геодезичне обладнання та інструменти, комп'ютери, обчислювальна техніка та програмне забезпечення, що використовуються при проведенні топографо-геодезичних та картографічних робіт, повинні забезпечувати відповідну точність вимірювань, автоматизацію обробки отриманих даних, а також доступність топографо-геодезичних та картографічних матеріалів і даних як у паперовому та цифровому форматах.

Топографо-геодезичні роботи виконуються в єдиній державній системі координат з метою встановлення або уточнення меж земельних ділянок, обмежень у використанні земельних ділянок та земель, що потребують уточнення або які неможливо встановити під час обстеження [11].

Еколого-економічні заходи спрямовані на збалансоване використання земель сільськогосподарського призначення повинні враховувати специфіку місцевих ґрунтово-кліматичних особливостей та регіональну спеціалізацію сільського господарства. Екологічність та економічність земельних ділянок є найважливішими показниками господарської діяльності, які повинні враховувати усі аспекти та етапи формування матеріально-технічної, біоресурсної бази фермерського господарства [12, с. 54–63].

Методичною основою організації раціонального використання сільськогосподарських земель фермерського господарства є організація та впорядкування сільськогосподарських угідь. Ця діяльність здійснюється в рамках проєкту землеустрою, який забезпечує еколого-

економічне обґрунтування сівозміни.

Кінцевою метою проєкту є еколого-економічне обґрунтування сівозміни та впорядкування угідь. Однак спочатку повинні передувати заходи організаційного та виробничого спрямування для організації та управління земельними ресурсами [13, с. 220].

Замовлення проєктів землеустрою організації сільськогосподарських угідь є економічно не вигідним для фермерських господарств. Їхньою метою є отримання прибутку та збільшення капіталу. У зв'язку із цим виникає потреба в розробці таких проєктів, які включали б перелік робіт та економічну доцільність агроформування для малих фермерських господарств були б цікавими і для великих. Сучасні проєкти повинні передбачати використання земель з урахуванням: екологічних, економічних і соціальних факторів. Вони повинні впроваджувати принципи розвитку екологічної мережі України на основі мінімального обробітку ґрунтів та органічного землеробства, а також підтримувати високий рівень екологічно обґрунтованого гумусоутворення тощо.

Мета статті – висвітлення методологічних, топографо-геодезичних і практичних підходів, які повинні вирішуватися при розробці проєктів землеустрою щодо еколого-економічного вдосконалення землекористування фермерського господарства.

Комплексна класифікаційна оцінка існуючої ситуації, камеральні дослідження картографічних матеріалів, графічні, польові дослідження, спостереження, розрахунково-порівняльні.

Основні результати дослідження. Дослідження питань щодо методологічних, топографо-геодезичних і практичних підходів формування масивів земель сільськогосподарського призначення та еколого-економічної організації території сівозмін проводились на території ФГ «Мізерацького О. О.» в межах Добровеличківської селищної ради ОТГ (колишньої Тернівської сільської ради). Проєктна документація щодо еколого-економічного обґрунтування сівозмін та впорядкування угідь, розроблена у відповідності з положеннями Земельного кодексу України [14], закону України «Про землеустрій» [6], закону України «Про охорону земель» [15], постанови Кабінету Міністрів України № 164 від 11.02.2010 «Про затвердження нормативів оптимального співвідношення культур у сівозмінах в різних природно-сільськогосподарських регіонах» [16], спільного наказу Міністерства аграрної політики України та Української академії аграрних наук від 18 липня 2008 р. № 440/71 «Про затвердження Методичних рекомендацій щодо оптимального співвідношення сільськогосподарських культур у сівозмінах різних ґрунтово-кліматичних зон України» [17], Державних будівельних норм України «Генеральні плани сільськогосподарських підприємств» (ДБН Б.2,4-3-95) [18] і інших нормативно-правових актів, якими регулюються питання еколого-економічного обґрунтування сівозмін та впорядкування угідь.

Зміст топографо-геодезичних матеріалів визначається сукупністю планів, креслень, схем, які є відображенням властивостей об'єкту землеустрою.

У процесі розробки практичних аспектів еколого-економічного вдосконалення раціонального землекористування ФГ «Мізерацького О. О.» у межах Добровеличківської селищної ради ОТГ (колишньої Тернівської сільської ради) використані наступні топографо-геодезичні матеріали:

- проєкт землеустрою щодо організації земельних часток (паїв) реформованого КСП «Україна»;
- проєкт формування території Тернівської сільської ради;
- проєкт встановлення меж населених пунктів Тернівської сільської ради;
- проєкт внутрігосподарського землеустрою;
- технічний звіт по корегуванню матеріалів ґрунтового обстеження;
- технічний звіт по корегуванню планово-картографічних матеріалів зйомок минулих років.

Об'єктом проєктування є землі, які використовує ФГ «Мізерацького О. О.» у межах Добровеличківської селищної ради ОТГ (колишньої Тернівської сільської ради) Доброве-

личківського району Кіровоградської області. Документами, що посвідчують право оренди на земельні ділянки є договори оренди між ФГ «Мізерацького О. О.» та власниками земельних ділянок.

Загальна площа земель, які знаходяться в оренді ФГ «Мізерацького О. О.» у межах Добровеличківської селищної ради ОТГ (колишньої Тернівської сільської ради) становить 172,96700 га.

Відповідно на земельних ділянках за період останніх років було запроваджено польову сівозміну зернового напрямку в межах території селищної ради.

Земельна ділянка знаходяться в Лісостеповій зоні, Лісостеповій Правобережній провінції, Бузько-Середньодніпровському окрузі. За тепловими ресурсами та за умовами зволоження відноситься до теплого, недостатньо зволоженого агрокліматичного підрайону Кіровоградської області. Відповідно до природно-сільськогосподарського районування належить до Добровеличківського (4) природно-сільськогосподарського району Кіровоградської області.

Кліматичне районування Кіровоградської області, було проведене за наступними показниками такими як: кількість опадів, температура повітря та ґрунту, відносна вологість (%), дефіцит вологості повітря (мб) тощо. Територія Добровеличківського (4) природно-сільськогосподарського району і характеризується помірно-континентальним кліматом.

Сума річних опадів за середніми багаторічними даними метеостанції Новомиргород становить 558 мм на рік. Найбільша кількість опадів випадає з травня по жовтень у вигляді дощів та злив. Інколи бувають інтенсивні зливи навіть з градом, що спричиняє загрозливий змиву ґрунту та пошкодження рослин.

Територія природно-сільськогосподарського району в цілому оптимально теплозабезпечена. За даними метеостанції Новомиргород середньорічна температура повітря становить +7,7°C. Зима зазвичай малосніжна, з частими відлигами. Січень за температурними показниками – найхолодніший місяць, середня температура повітря січня становить –6,0°C. Абсолютний мінімум температур коливається в межах -28,3°– -35,4°C. Для весни характерне інтенсивне підвищення температур. Осінь характеризується нічними приморозками, поступовим спадом температури та великою кількістю хмарних днів. Літній період переважно теплий з малохмарною погодою. Липень за температурними показниками – найтепліший місяць, середня температура повітря +19,6°C. Абсолютний максимум становив +38,7°C.

Незважаючи на періодичні екстремальні погодні явища (зливи, гради, тривалі посухи) клімат території загалом сприятливий для вирощування сільськогосподарських культур та отримання стабільно високих урожаїв за умови раціонального використання ґрунтової вологи.

Головна мета виконання робіт з топографо-геодезичної зйомки території – отримання вичерпних відомостей про характеристики та рельєф земельної ділянки, а також розміщені на ній об'єкти. Виконання топографо-геодезичної зйомки є обов'язковою умовою для збору даних, які обов'язково включаються в будь-який проєкт.

Топографічна зйомка земельної ділянки проводилася задля отримання плану існуючого стану використання земель. На нього наносяться контури самої ділянки, позначаються об'єкти, що знаходяться на ній. Це графічний документ, який підтверджує розташування, розмір, розміщення зовнішніх меж земельних ділянок та земель обмежених у використанні, обтяжених правами інших осіб, а також об'єктів нерухомого майна, які пов'язаних із земельною ділянкою. Пізніше цей план був використаний для розробки картограм крутості схилу і агровиробничих груп ґрунтів, схеми технологічних груп ґрунтів, плану організації сівозмін.

Геодезичні роботи – це комплекс робіт, спрямований на отримання інформації про рельєф та ситуацію місцевості. Служить основою для проектування та для проведення інших видів вишукувань та обстежень.

Розглянуто картограму крутості схилів та картограму агровиробничих ґрунтів, де показано послідовність складання картограми еколого-економічної придатності земель, також описані їх особливості.

Рельєф території ФГ «Мізерацького О. О.» переважно слабо хвилястий, і слабо-вираженою ерозійною мережею у вигляді балок із пологими схилами. Землі господарства розташовані на широких вирівняних водорозділах та цілком придатні для обробітки. Рельєфні характеристики земель ФГ «Мізерацького О. О.» представлені в таблиці 1. Територія господарства представлена в основному схилами крутизною 0–1° (68,33%) та 1–2° (26,86%). Схилова територія крутизною до 5° складає 4,81%. У зв'язку з рівнинністю території процеси змиву і розмиву ґрунтів тут не виявлені. На привододільних схилах крутизною до 5° сформувались незмиті повнопрофільні ґрунти.

Рельєф території господарства у цілому не перешкоджає механізованому обробітку ґрунтів, догляду за посівними площами та збиранню врожаю.

Таблиця 1

Крутизна схилів полів території фермерського господарства

№ полів	Площа, га	Крутизна схилів			
		0–1°	1–2°	2–3°	3–5°
1	378,8300	278,6330	112,9431	12,3379	0,5353
2	353,3711	290,2369	68,8577	4,7671	0,5681
3	329,7564	154,7196	83,8260	5,3123	
4	337,8019	246,4476	119,9183	4,3576	8,7419
5	329,9106	211,9856	79,1054	46,3766	
Разом	1729,6700	1182,0227	464,6505	73,1515	9,8453

Ґрунтовий покрив земельних ділянок, що орендує ФГ «Мізерацького О. О.» на території Добровеличківської селищної ради ОТГ (колишньої Тернівської сільської ради) ради тісно пов'язаний з літолого-геоморфологічними особливостями території. Розподіл сільськогосподарських угідь за агровиробничими групами ґрунтів і крутизною схилів у польовій сівозміні приведений у таблиці 2.

У межах землекористування виділені агротехнологічні групи ґрунтів:

- I агротехнологічна (еколого-технологічна) група ґрунтів (нееродовані й слабоеродовані землі, розташовані на схилах крутістю до 3°). Стан ґрунтів і характер рельєфу дають змогу вирощувати районовані сільськогосподарські культури за інтенсивними технологіями, включаючи просапні.
- II агротехнологічна (еколого-технологічна) група ґрунтів (землі, розташовані на схилах крутістю 3–7° із переважанням незмитих ґрунтів).

Згідно з вимогами контурно-меліоративної організації території, орні землі ФГ «Мізерацького О. О.» відносяться до першої (з величиною схилу від 0 до 3 градусів) і до другої технологічної групи земель (з величиною схилу від 3 до 5 градусів), що не ускладнює організації території і веденню сівозмін.

Земельні ділянки характеризуються різною придатністю для вирощування сільськогосподарських культур та поділені на п'ять класів (табл. 3). Придатність орних земель під різні сільськогосподарські культури визначається ступенем відповідності якості ґрунтів оптимальним вимогам рослин [19].

Розподіл сільськогосподарських угідь за агровиробничими групами ґрунтів і крутизною схилів на території ФГ «Мізерацького О. О.»

Шифр агро-групи	Агровиробничі групи			Крутизна схилів	
	Назва	Площа, га	Бал бонітету	Крутизна, градуси	Площа, га
41л	Чорноземи слабореградовані легкоглинисті	928,3712	57	0–1 1–2 2–3 3–5	608,1628 265,6007 43,3730 11,2347
49л	Чорноземи слабореградовані слабозмиті легкоглинисті	278,0660	55	0–1 1–2 2–3 3–5	137,9336 112,2601 19,8065 8,0658
50л	Чорноземи слабореградовані середньозмиті легкоглинисті	33,1454	41	0–1 1–2 2–3	25,2951 7,2327 0,6176
51л	Чорноземи реградовані і сильнореградовані легкоглинисті	81,3592	43	0–1 1–2 2–3 3–5	42,1479 32,9374 5,8839 0,3900
53л	Чорноземи типові малогумусні і сильнореградовані легкоглинисті	25,6040	53	0–1 1–2 2–3	23,1214 2,3626 0,1200
55л	Чорноземи реградовані слабозмиті легкоглинисті	51,3226	48	0–1 1–2 2–3	37,3561 11,7850 2,1815
56л	Чорноземи реградовані середньозмиті легкоглинисті	75,9806	41	0–1 1–2	67,5661 9,4145
121л	Лучно–чорноземні глеюваті легкоглинисті	170,8928	59	0–1 1–2 2–3	137,0987 28,6251 5,2290
133л	Лучні глеюваті легкоглинисті ґрунти	50,8545	68	0–1 1–2	46,2871 4,5674
210л	Лучні намиті легкоглинисті ґрунти	34,0737	74	0–1 1–2 3–5	30,3564 3,5625 0,1548
	Всього	1729,6700		0–1 1–2 2–3 3–5	1182,0227 464,6505 73,1515 9,8453

**Класифікація ріллі за придатністю
для вирощування основних сільськогосподарських культур**

Шифр агровиробничих груп	Озима пшениця		Кукурудза		Соя	
	Бал бонітету	Клас прид.	Бал бонітету	Клас прид.	Бал бонітету	Клас прид.
1	2	3	4	5	6	7
41л	57	II	57	II	57	II
49л	55	II	55	II	55	II
50л	41	III	41	III	41	III
51л	43	III	43	III	43	III
53л	53	II	53	II	53	II
55л	48	II	48	II	48	II
56л	41	III	41	III	41	III
121л	61	II	61	II	61	II
133л	59	III	59	II	59	II
210л	74	I	74	I	74	I

Сівозміну потрібно планувати таким чином, щоб поля знаходилися в одній ґрунтово-екологічній або технологічній групах земель та були рівновеликими. Якщо поля однієї сівозміни будуть розміщуватися у різних ґрунтово-екологічних або технологічних групах земель це ускладнить або зовсім унеможливить освоєння та проведення сівозміни. Враховуючи показники якісної характеристики ґрунтів і придатність земель для вирощування основних сільськогосподарських культур передбачено організувати польову сівозміну:

1. Осимі зернові (пшениця).
2. Кукурудза.
3. Осимий ріпак.
4. Ярі зернові (ячмінь, пшениця).
5. Соя.

Тривалість зміни в часі сівозміни залежить від сільськогосподарської культури, яка має довший період повернення на попереднє місце вирощування. Отже дотримуючись цієї вимоги дасть змогу вирощувати необхідну культуру на максимально можливій площі.

Поля проектувались за ґрунтовим покривом, умовами зволоження території, щодо рельєфу, з застосуванням прямолінійного способу проектування меж робочих ділянок та полів.

Враховуючи класифікацію земельних ділянок за придатністю для вирощування основних культур, якості ґрунтів (бонітетна оцінка), кліматичних умов (сума температур, кількість опадів, гідротермічний коефіцієнт) та попередників у господарстві, можливо розраховувати проектну урожайність основних передбачених проектом культур по агровиробничих групах ґрунтів.

Розроблено схему чергування культур у сівозміні за структурою посівних площ. Для того, щоб визначити загальну посівну площу культур за роками освоєння сівозміни, на основі результатів перехідної таблиці сівозміни, визначені посівні площі кожної окремої культури (табл. 4).

Поля сівозміни сформовані шляхом консолідації (об'єднання) земельних ділянок, які орендуються у їх власників ФГ «Мізерацького О. О.». і забезпечені під'їзними шляхами. Довгі сторони полів розміщені уперек схилів. Відхилення площ полів від середнього їх розміру не перевищує допустимих норм, які для польових сівозмін становлять 10–15%.

Таблиця 4

Площі сільськогосподарських культур фермерського господарства

Сільськогосподарські культури	Площа посівів, га	Структура, %
Пшениця озима	329,8	19,1
Кукурудза	647,4	37,4
Соя	353,4	20,4
Ріпак озимий	69,2	4,0
Ярі зернові (ячмінь, пшениця)	329,9	19,1
Разом	1729,67	100,0

Проведене дослідження узагальнює методологічні, топографо-геодезичні і практичні підходи щодо еколого-економічного вдосконалення землекористування фермерського господарства, що забезпечує вирішення наукової проблеми шляхом дослідження методів підвищення ефективності використання сільськогосподарських земель та доцільності впровадження їх у землекористуванні.

При передачі земель комунальної чи приватної власності в оренду в договорі обов'язково повинно бути передбачено використання у сівозміні Запроєктована сівозміна, шляхом застосування екологічних технологій, впровадженням агротехнічних, агрохімічних, фітосанітарних, протиерозійних заходів пов'язаних з охороною земель, забезпечить та підвищить родючість ґрунтів, а також планову урожайність сільськогосподарських культур.

Проаналізовано загальні відомості про використання земель сільськогосподарського призначення на території фермерського господарства. Організацію території землекористування агроформування проведено на еколого-економічній основі з урахуванням існуючої соціальної та інженерної інфраструктури. Поля сівозміни проєктувались рівноякісними як за ґрунтовим покривом так умовами зволоження. Вид і тип сівозміни визначено з урахуванням спеціалізації сільськогосподарського виробництва.

Отже, розроблене проєктне рішення з впорядкування угідь фермерського господарства є екологічно та економічно вигідним та не суперечить чинному законодавству щодо раціонального використання земель.

Список використаних джерел

1. Другак В. М., Гунько Л. А. Еколого-ландшафтне впорядкування землекористування сільськогосподарських підприємств в умовах нових земельних відносин: монографія. Київ: ЦП «Компринт», 2013. С. 19.
2. Методичні рекомендації щодо розроблення проєктів землеустрою, що забезпечують еколого-економічне обґрунтування сівозміни та впорядкування угідь. URL: http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/FIN93588.html (дата звернення: 27.11.2023).
3. Гунько Л. А., Дьяченко О. Р. Методологічні підходи до організації території сільськогосподарських підприємств на еколого-ландшафтній основі. *Агросвіт*. 2015. № 12. С. 38.
4. Третяк А. М., Третяк В. М., Третяк Р. А. Землепорядне проєктування: впорядкування землеволодінь і землекористувань та організація території сільськогосподарських підприємств. навч. посіб., ч. 3. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2016. С. 17.
5. Бутенко Є. В., Бавровська Н. М. Еколого-економічне забезпечення раціонального використання земельних ресурсів (регіональний рівень). Київ: МПБП «Гордон», 2015. С. 184.
6. Про землеустрій: Закон України від 22.05.2003 р. № 858-IV. Дата оновлення: 08.06.2023. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/858-15#Text> (дата звернення: 27.11.2023).
7. Ранський М. П. Геодезичні роботи в землепорядкуванні: навч. посіб. Чернівці: Чернівецький нац. ун-т, 2011. С. 4.
8. Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність: Закон України від 23 грудня 1998 року № 353-XIV. Дата оновлення: 08.06.2023. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/353-14#Text> (дата звернення: 27.11.2023).
9. Островський А. Л., Мороз О. І., Тарнавський В. Л. Геодезія, частина II: підручник для вузів. Львів: НУ «Львівська політехніка», 2007. 383 с.
10. Про затвердження Порядку використання Державної геодезичної референтної системи координат УСК-2000 при здійсненні робіт із землеустрою: Наказ Міністерства аграрної політики та продовольства України від 02.12.2016 р. № 509. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1646-16#Text> (дата звернення: 27.11.2023).
11. Інструкція з топографічного знімання у масштабах 1:5 000, 1:2 000, 1:1 000, 1:500 (ГКНТА-2.04-02-98): Наказ Головного управління геодезії, картографії та кадастру при Кабінеті Міністрів України від 9 квітня 1998 р. № 56. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0393-98#Text> (дата звернення: 27.11.2023).
12. Kyryliuk V., Borovyk P., Kyselov Y., Kyseliova O. Ecological and economic organization of rowing territory and arrangement and existing land in the Right-Bank Forest-and-Steppe of Ukraine. *Землеустрій, кадастр і моніторинг земель*. 2022. №2. С. 54–63.

13. Третяк А. М., Другак В. М., Гунько Л. А., Гетьманчик Л. П. Землепорядне проектування: організація території сільськогосподарських підприємств методом еколого-ландшафтного землеустрою. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2019. С. 220.
14. Земельний кодекс України від 25.10.2001 № 2768-III. Дата оновлення 17.09.2023: URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2768-14#Text> (дата звернення: 27.11.2023).
15. Про охорону земель: Закон України від 19.06.2003 р. №962- IV. Дата оновлення: 18.05.2023 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/962-15#Text> (дата звернення: 27.11.2023).
16. Про затвердження нормативів оптимального співвідношення культур у сівозмінах в різних природно-сільськогосподарських регіонах: Постанова Кабінету Міністрів України від 11. 02. 2010 р. № 164 URL: <http://iplex.com.ua/doc.php?code=164-2010п&red=1000034649f07c716a71288c36a0589aa74ee7&d=5&st=0> (дата звернення: 27.11.2023).
17. Про затвердження Методичних рекомендацій щодо оптимального співвідношення сільськогосподарських культур у сівозмінах різних ґрунтово-кліматичних зон України: Наказ Мінагрополітики, УААН від 18.07.2008 № 440/71. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0440555-08#Text> (дата звернення: 27.11.2023).
18. Про затвердження Методичних рекомендацій щодо оптимального співвідношення сільськогосподарських культур у сівозмінах різних ґрунтово-кліматичних зон України: Наказ Мінагрополітики, УААН від 18.07.2008 № 440/71. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0440555-08#Text> (дата звернення: 27.11.2023).
19. Добряк Д. С., Канаш О. П., Бабміндра Д. І., Розумний І. А. Класифікація сільськогосподарських земель як наукова передумова їх екологічнобезпечного використання. Київ: Урожай, 2009. 464 с.

References

1. Druhak, V. M., Hunko, L. A. (2013). Ekoloho-landshaftne vporiadkuvannya zemlekorystuvannya silskohospodarskykh pidpriemstv v umovakh novykh zemelnykh vidnosyn. Kyiv: TsP "Komprynt" [in Ukrainian].
2. Metodichni rekomendatsii shchodo rozroblennia proektiv zemleustroi, shcho zabezpechuiut ekoloho-ekonomichne obgruntuvannya sivozminy ta vporiadkuvannya uhid. URL: http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/FIN93588.html [in Ukrainian].
3. Hunko, L. A., Diachenko, O. R. (2015). Metodolohichni pidkhody do orhanizatsii terytorii silskohospodarskykh pidpriemstv na ekoloho-landshaftnii osnovi. *Ahrosvit. issue 12* [in Ukrainian].
4. Tretiak, A. M., Tretiak, V. M., Tretiak, R. A. (2016). Zemlevporiadne проектування: vporiadkuvannya zemlevolodin i zemlekorystuvan ta orhanizatsiia terytorii silskohospodarskykh pidpriemstv. Kherson: OLDI-PLUS [in Ukrainian].
5. Butenko, Ye. V., Bavrovska, N. M. (2015). Ekoloho-ekonomichne zabezpechennia ratsionalnoho vykorystannia zemelnykh resursiv (rehionalnyi rivnen). Kyiv: MPBP "Hordon" [in Ukrainian].
6. Pro zemleustrii: Zakon Ukrainy vid 22.05.2003 r. № 858-IV. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/858-15#Text>
7. Ranskyi, M. P. (2011). Heodezychni roboty v zemlevporiadkuvanni. Chernivtsi: Chernivetskyi nats. un-t [in Ukrainian].
8. Pro topografo-heodezychnu i kartografichnu diialnist: Zakon Ukrainy vid 23 hrudnia 1998 roku № 353-XIV. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/353-14#Text>
9. Ostrovskiy, A. L., Moroz, O. I., Tarnavskiy, V. L. (2007). Heodeziia, chastyna II: pidruchnyk dlia vuziv. Lviv: NU "Lvivska politehnika" [in Ukrainian].
10. Pro zatverdzhennia Poriadku vykorystannia Derzhavnoi heodezychnoi referentnoi systemy koordynat USK-2000 pry zdiisnenni robot iz zemleustroi: Nakaz Ministerstva ahronoi polityky ta prodovolstva Ukrainy vid 02.12.2016 r. № 509. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1646-16#Text>
11. Instrukttsiia z topografichnoho znimannia u masshtabakh 1:5 000, 1:2 000, 1:1 000, 1:500 (HKNTA-2.04-02-98): Nakaz Holovnoho upravlinnia heodezii, kartografii ta kadastru pry Kabineti Ministriv Ukrainy vid 9 kvitnia 1998 r. № 56. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0393-98#Text>
12. Kyryliuk, V., Borovyk, P., Kyselov, Y., Kyseliova, O. (2022). Ecological and economic organization of rowing territory and arrangement and existing land in the Right-Bank Forest-and-Steppe of Ukraine. *Zemleustrii, kadastr i monitoringh zemel, 2, 54–63* [in Ukrainian].
13. Tretiak, A. M., Druhak, V. M., Hunko, L. A., Hetmanchuk, L. P. (2019). Zemlevporiadne проектування: orhanizatsiia terytorii silskohospodarskykh pidpriemstv metodom ekoloho-landshaftnoho zemleustroi. Kherson: OLDI-PLUS [in Ukrainian].
14. Zemelnyi kodeks Ukrainy vid 25.10.2001 № 2768-III. Дата оновлення 17.09.2023: URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2768-14#Text>
15. Pro okhoronu zemel: Zakon Ukrainy vid 19.06.2003 r. №962- IV. Дата оновлення: 18.05.2023 r. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/962-15#Text>
16. Pro zatverdzhennia normatyviv optymalnoho spivvidnoshennia kultur u sivozminakh v riznykh pryrodno-silskohospodarskykh rehionakh: Postanova Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 11. 02. 2010 r. № 164 URL: <http://iplex.com.ua/doc.php?code=164-2010п&red=1000034649f07c716a71288c36a0589aa74ee7&d=5&st=0>
17. Pro zatverdzhennia Metodichnykh rekomendatsii shchodo optymalnoho spivvidnoshennia silskohospodarskykh kultur u sivozminakh riznykh ґрунтово-кліматичних зон України: Nakaz Minahropolityky, UAAN vid 18.07.2008 № 440/71. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0440555-08#Text>
18. Pro zatverdzhennia Metodichnykh rekomendatsii shchodo optymalnoho spivvidnoshennia silskohospodarskykh kultur u sivozminakh riznykh ґрунтово-кліматичних зон України: Nakaz Minahropolityky, UAAN vid 18.07.2008 № 440/71. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0440555-08#Text>
19. Dobriak, D. S., Kanash, O. P., Babmindra, D. I., Rozumnyi, I. A. (2009). Klasyfikatsiia silskohospodarskykh zemel yak naukova peredumova yikh ekolohobezpechnoho vykorystannia. Kyiv: Urozhai [in Ukrainian].

ДІЯ ХІМІЧНИХ І БІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ НА ФЕРМЕНТАТИВНУ АКТИВНІСТЬ, ВМІСТ ПІГМЕНТІВ ТА ФОТОСИНТЕТИЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР

Василь Красноштан

доктор філософії, викладач-стажист кафедри біології та здоров'я людини,
Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини
ORCID: 0000-0001-8572-5008
E-mail: wasia1995@gmail.com

Ігор Красноштан

кандидат біологічних наук, доцент кафедри біології та здоров'я людини,
Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини
ORCID: 0000-0003-1317-546X
E-mail: kr.igor@i.ua

Стрімкі темпи зростання населення на нашій планеті все частіше призводять до дефіциту харчових продуктів, основним, і часто єдиним, джерелом яких є сільське господарство. Для задоволення все зростаючих потреб людства у продукції агровиробництва ученими розробляються та впроваджуються технології інтенсифікації сільського господарства. Найчастіше, такі технології передбачають використання великої кількості добрив та пестицидів, які хоча й дозволяють отримати більшу кількість якісного врожаю, все ж стають причиною забруднення довкілля і чинником, що, зрештою, шкодить здоров'ю людини.

В останні десятиліття вчені активно вивчають можливість зниження хімічного навантаження на посіви сільськогосподарських культур, шляхом включення до технологій їх вирошування препаратів біологічної природи: біодобрив, регуляторів росту рослин, мікробіологічних інокулянтів тощо. Проте, застосування таких елементів у технологіях вирошування зернових культур, а також їх вивчення, вимагає розуміння світового досвіду в даному напрямку, що й лягло в основу нашої роботи.

***Ключові слова:** гербіцид; регулятор росту рослин; біопрепарат; зернові культури; біологізація.*

EFFECT OF CHEMICAL AND BIOLOGICAL PREPARATIONS ON ENZYMATIC ACTIVITY, PIGMENT CONTENT, AND PHOTOSYNTHETIC POTENTIAL OF GRAIN CROPS

Vasyl Krasnoshtan

PhD, trainee lecturer at the department of biology and human health,
Pavlo Tychyna Uman state pedagogical university
ORCID: 0000-0001-8572-5008
E-mail: wasia1995@gmail.com

Ihor Krasnoshtan

candidate of biological sciences, associate professor at the department of biology and human health,
Pavlo Tychyna Uman state pedagogical university
ORCID: 0000-0003-1317-546X
E-mail: kr.igor@i.ua

The rapid population growth on our planet increasingly leads to a shortage of food products, the main and often the only source of which is agriculture. To meet the growing needs of humanity in agricultural production, scientists develop and implement agricultural intensification technologies. Often, such technologies involve the use of a large amount of fertilizers and pesticides, which, while allowing for a higher quantity of quality crops, become a cause of environmental pollution and ultimately harm human health.

In recent decades, scientists have been actively exploring the possibility of reducing the chemical load on agricultural crops by incorporating biological preparations into cultivation technologies. These include biofertilizers, plant growth regulators, microbiological inoculants, and so on. However, the application of such elements in the cultivation technologies of grain crops, as well as their study, requires an understanding of the global experience in this direction, which forms the basis of our work.

Keywords: *herbicide; plant growth regulator; biopreparation; grain crops; biologization.*

Забур'яненість посівів – складна проблема, що супроводжує людство з моменту виникнення сільського господарства. Значного прориву у цьому питанні вдалося досягти у двадцятому столітті, коли у виробництво зернових культур було вперше впроваджено застосування гербіцидів [1]. Водночас, це створило низку нових викликів, серед яких основну частку почали складати невідповідне й часто надмірне застосування препаратів, покликаних боротися із сеgetальною рослинністю. Це призвело до накопичення гербіцидів у ґрунті, їх поширення на прилеглі до полів території, а інколи й на більші відстані за участі ґрунтових вод [2, 3].

В ході роботи над вирішенням даних проблем, у науковій спільноті сформувалася й донині розвивається концепція біологізації аграрного виробництва, що полягає у зниженні хімічної компоненти у технологіях вирощування тих чи інших культур шляхом використання препаратів біологічної природи [4]. Такий підхід виправдовує себе, перш за все, тому, що абсолютна відмова від хімічних препаратів неодмінно призведе до зниження об'ємів виробництва аграрної продукції, оскільки поточний рівень розвитку технологій сільського господарства є недостатнім для підтримки врожайності культур на нинішньому рівні за нових умов. Тому, ідеї біологізації знаходять свій прояв у технологіях, що поєднують як застосування хімічних агропрепаратів, так і нових препаратів біологічної природи [5].

Використання біологічних препаратів у посівах зернових культур дозволяє посилити процеси росту та розвитку в культурних рослинах, поліпшити їх здатність засвоювати поживні речовини, підвищити їх здатність протидіяти руйнівному впливу біотичних та абіотичних чинників [6, 7].

В цілому, такий ефект призводить до зростання спроможності рослин конкурувати за життєвий простір та ресурси у межах агроценозу, внаслідок чого, знижується потреба у внесенні добрив і хімічних препаратів [3]. Як наслідок, за збереження вихідних показників урожайності, знижується рівень хімічного навантаження на агроценози. Однак, комплексне застосування препаратів хімічної та біологічної природи в одній технології вирощування може мати різну ефективність, яка, в свою чергу, може залежати від низки чинників, серед яких природа та норми застосовуваних препаратів, способи їх використання, агрокліматичні умови, тип вирощуваної культури тощо. Це, у свою чергу, створює необхідність всебічного аналізу наявних результатів досліджень у даному напрямку для формування більш чіткого розуміння сучасного стану наукової думки в питаннях застосування хімічних і біологічних препаратів у посівах зернових культур.

Від моменту зародження сільського господарства й до нині, розвиток технологій вирощування зернових культур відігравав вирішальне значення у господарській діяльності людини. У свій час, суттєвим кроком уперед було відкриття фізіологічно активних речовин, що здатні пригнічувати, або й зовсім знищувати, сеgetальну рослинність. Це зробило можливим досягнення істотно вищої ефективності вирощування більшості культурних рослин, так як саме засміченість полів бур'янами була й залишається одним із найважливіших чинників, які мають вплив на формування врожаю [1, 2]. Не зважаючи на це, окремі вчені [3, 4] відмічають, що надмірне й подеколи нераціональне застосування гербіцидів може загрожувати екологічній безпеці та здоров'ю людини, оскільки як самі хімічні препарати, так і їх залишки мають здатність до накопичення у ґрунті, можуть проникати на глибину залягання ґрунтових вод та поширюватись далеко за межі агроценозів. Це призводить до руйнівних наслідків для екосистем і, зрештою, для людства в цілому [5, 6].

Механізми впливу гербіцидів на рослини відрізняються залежно від їх хімічної природи і можуть полягати у інгібуванні процесів утворення амінокислот та білків, перешкоджанні або унеможливленні дихання й фотосинтезу тощо [7]. У результаті такої дії часто порушується прооксидантно-антиоксидантний баланс у рослинному організмі, що супроводжується інтенсифікацією утворення активних форм кисню. Дана група хімічних сполук здатна окислювати більшість структурних компонентів клітин, що індукує в них стан оксидативного стресу [8]. Завдяки цьому, гербіциди є ефективним засобом для пригнічення та знищення небажаної рослинності на полі. Водночас, хоча гербіциди й розробляються з урахуванням селективності по відношенню до культурних рослин, вони все ж впливають і на них [8, 9].

Зокрема, окремі ферменти класу оксидоредуктаз, такі як супероксиддисмутаза та пероксидаза, істотно активізуються у рослинах кукурудзи за її обробки гербіцидами Хернес, Фронт'єр і Мерлін [11], що підтверджує активацію антиоксидантних систем для захисту від руйнівної дії активних форм кисню. Проте, в умовах вказаного дослідження, інший фермент – каталаза, пригнічувався за дії гербіцидів, що може свідчити про перевищення кількості утворених активних форм кисню здатності рослин їх нейтралізувати.

Схожі наслідки застосування гербіциду у посівах пшениці спостерігали R. Fakhari et al [12]. За обробки рослин гербіцидом Імазетапір активність каталази, пероксидази й поліфенолоксидази у тканинах знижувалась на 2,8–64%.

Застосування у посівах зернових культур регуляторів росту рослин та біопрепаратів, з позиції впливу на культуру, робить можливим більш повне розкриття її генетичного потенціалу, що дозволяє сформувати вищу врожайність [13, 14].

У дослідженнях із впливу регуляторів росту рослин на посіви рису [15], дані препарати мали різний вплив залежно від своєї природи. Проте, в усіх випадках учені спостерігали активацію антиоксидантних систем, зокрема, активності супероксиддисмутази та пероксидази. В той же час, відбувалося зниження у тканинах вмісту малонового діальдегіду, що пояснюється високою ефективністю знешкодження активних форм кисню рослинами за вказаних умов.

Дослідження у посівах нуту [16] виявили здатність регуляторів росту рослин підвищувати стресостійкість культури. За передпосівної обробки насіння препаратами на основі бактерій роду *Bacillus* та *Pseudomonas* і подальшого внесення у посіви саліцилової кислоти й препарату Путресцин, відбувалося зниження активності антиоксидантних ферментів при одночасному зниженні інтенсивності перебігу процесів пероксидного окиснення ліпідів на 71–74%.

Наслідком надмірного вмісту активних форм кисню у рослинах є не лише активація антиоксидантних систем та процесів пероксидного окиснення ліпідів, а й зміни у роботі фотопоглиняльного комплексу. Хоча активні форми кисню і здатні утворюватись у процесі фотосинтезу, несприятливі чинники, такі як посуха, сольовий стрес, критичні температури чи дія окремих хімічних сполук можуть підвищувати активність утворення активних форм кисню пігментним комплексом [17]. Каротиноїди, що є однією із груп пігментів у пігментному комплексі рослин, мають властивість знешкоджувати новоутворені активні форми кисню [18, 19]. Проте, дія гербіцидів може внести свої корективи у баланс вільних радикалів і нейтралізуючих їх факторів індукуючи пероксидацію ліпідів і знижуючи здатність рослин до фотосинтезу [20].

Подібні явища спостерігалися при обробці рослин пшениці гербіцидом Ізопротурон [21]. Унаслідок гербіцидного впливу відбувалося зниження вмісту фотосинтезуючих пігментів, що залежало від вмісту гербіциду у ґрунті. Аналогічні результати у своїх дослідженнях відмічають також і інші вчені [22, 23].

Пригнічення процесу фотосинтезу у рослинах рису відмічалось й за обробки рослин гербіцидами Оксифлуорен, Оксадіазон і Пендіметалін [24]. Чиста продуктивність

фотосинтезу за використання вказаних препаратів знижувалась у середньому на 16,0–36,8%.

Окремі дослідження [25] доводять залежність змін у пігментному комплексі рослин сої від виду гербіцидів та їх поєднання. Так, комбіноване застосування Пендіметаліну, Імазетапіру й Хлорімурон-р-етилу не призводило до суттєвих змін у вмісті фотосинтезуючих пігментів. Водночас, застосування сумішей гербіцидів Метрибузину й Імазетапіру та Метрибузину й Хлорімурон-р-етилу провокувало зменшення концентрації хлорофілів на 10,9–18,6%.

Досить ілюстративним показником, що реагує на варіативність технологій вирощування рослин є чиста продуктивність фотосинтезу, оскільки вона відображає інтенсивність формування й накопичення у тканинах рослин органічних сполук, що прямо впливає на формування показників врожайності [26].

Окремими дослідженнями в суворо контрольованих умовах [27] підтверджено, що дія гербіцидів може пригнічувати фотосинтетичну активність зернових культур. Проте, даний ефект може бути прямо протилежним в умовах поля, оскільки за присутності додаткових чинників, що впливають на рослини, позитивний ефект від видалення небажаної рослинності може перевершити потенційний негативний вплив гербіцидів [28].

Так, за обробки посівів пшениці озимої гербіцидами Гранстар Про, Логран, ПІК і Хармоні, спостерігалось зростання показників чистої продуктивності фотосинтезу на 6,7–8,7% [30].

Подібний ефект від застосування гербіциду Стеллар спостерігали й у посівах кукурудзи [29] – чиста продуктивність фотосинтезу зростала на 5–20% залежно від фази розвитку культури.

Окремі дослідження вітчизняних вчених [31] свідчать про високу ефективність комплексного застосування гербіциду Лінтур і регулятора росту рослин Емістим С на формування чистої продуктивності фотосинтезу посівів пшениці ярої. За вказаних умов даний показник зростав у середньому на 46,4% порівняно з контролем. При цьому, за самостійного застосування гербіциду перевищення до контролю складало 26,5%.

Подібне дослідження у посівах соризу виявило аналогічні тенденції. Так, за обробки рослин сумішню гербіциду Пік 75 в.г. та регулятора росту рослин Регоплант чиста продуктивність фотосинтезу зростала відносно контролю на 0,66 г/м² добу і залежала від норми внесення гербіциду.

Отже, застосування хімічних і біологічних препаратів у посівах зернових культур є актуальною темою сучасних наукових досліджень, що досить широко представлена у літературі.

Більшість дослідників у своїх працях приходять до висновку, що гербіциди, хоч і призводять до покращення показників продуктивності посівів, часто можуть мати більш або менш виражений негативний вплив на культурні рослини, особливо за використання високих норм таких препаратів. Проте, включення до технологій вирощування зернових культур регуляторів росту рослин або біопрепаратів дозволяє більш повно розкрити потенціал культури та частково компенсувати фітотоксичну дію гербіцидів.

Проте, не зважаючи на досить широку представленість наукових досліджень у сфері застосування хімічних і біологічних препаратів у посівах зернових культур, це питання залишається відкритим і потребує подальшого вивчення науковцями України та світу.

Список використаних джерел

1. The Triazine Herbicides: 50 years Revolutionizing Agriculture / edited by H. M. LeBaron, E. J. McFarland, O. C. Burnside. Amsterdam: Elsevier, 2008. 584 p.
2. Splid N. H., Koeppen B. Occurrence of pesticides in Danish shallow ground water. *Chemosphere*. 1998. Vol. 37. P. 1307–1316.
3. Kudsk P., Streibig J. C. Herbicides – a two-edged sword. *Weed research*. 2003. Vol. 43, No 2. P. 90–102.

4. Миколайко В. П., Мізюк В. П. Біологізація землеробства та її застосування в сільськогосподарському виробництві. *Природничі науки і освіта. Збірник наукових праць природничо-географічного факультету*. Умань: Візаві, 2020. С. 101–105.
5. Буга Н., Кулик Н., Зуякова Л. Розвиток біологічного землеробства та забезпечення органічного виробництва сільськогосподарської продукції. *Економіст*. 2014. № 2. С. 27–30.
6. Трибель С. О., Стригун О. О., Гаманова О. М. Сучасний стан хімічного методу захисту рослин. *Карантин і захист рослин*. 2014. № 1. С. 1–4.
7. Грицаєнко З. М., Карпенко В. П., Пригуляк Р. М. Забур'яненість посівів тритикале озимого за дії гербіциду Пріма в суміші з регулятором росту рослин Біюлан. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. 2012. Вип. 79. С. 47–51.
8. Онопрієнко В. П. Агровиробництво в умовах глобального потепління клімату. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. 2016. Вип. 9, т. 32. С. 73–80.
9. Calvo P., Nelson L., Kloepper J. W. Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant and Soil*. 2014. – Vol. 383. P. 3–41.
10. Sharad V. Herbicides: history, classification and genetic manipulation of plants for herbicide resistance. *Sustainable agriculture reviews / Ed. E. Lichtfouse. Cham, 2015. P. 153–192.*
11. Шваргау В. В., Михальська Л. М. Роль фітогормонів у життєдіяльності рослин. *Пропозиція*. 2016. № 3. С. 70–72.
12. Oerke E. C. Crop losses to pests. *The Journal of Agricultural Science*. 2006. Vol. 144, No 1. P. 31–43. DOI: 10.1017/S0021859605005708
13. Reduced phytotoxicity of propazine by salicylic acid / J. J. Zhang et al. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 2018. Vol. 162. P. 42–50. DOI: 10.1016/j.ecoenv.2018.06.068
14. Langaro A. C., Agostinetto D., Ruchel Q., Garcia J. R., Perboni L. T. Oxidative stress caused by the use of preemergent herbicides in rice crops. *Revista Ciência Agronômica*. 2017. Vol. 48, No 2. P. 358–364. DOI: 10.5935/1806-6690.20170041
15. Younesabadi M., Das T. K., Pandey R. Effect of herbicide tank-mixes on weed control, yield and physiological parameters of soybean (*Glycine max*) under tilled and no-tilled conditions. *Indian Journal of Plant Physiology*. 2013. Vol. 18. P. 290–294. DOI: 10.1007/s40502-013-0037-8
16. Грицаєнко З. М. Сравнительная эффективность гербицидов Примэкстры и Агелона в посевах кукурузы, выращиваемой в полевом севообороте по индустриальной технологии при разной влажности почвы. Плодородие почвы и продуктивность севооборотов: сборник научных трудов. Киев, 1985. С. 94–102.
17. Ortiz-Hernández L., Sánchez-Salinas E., Olvera-Velona A., Folch-Mallol J. L. Pesticides in the Environment: Impacts and its Biodegradation as a Strategy for Residues Treatment. *In Pesticides – Formulations, Effects, Fate / Ed. M. Stoytcheva. InTech Open, 2011. P. 551–574.*
18. Marin-Morales M. A., Ventura-Camargo B. C., Hoshina M. M. Toxicity of Herbicides: Impact on Aquatic and Soil Biota and Human Health. *Herbicides - Current Research and Case Studies in Use / Eds. A. J. Price and A. J. Kelton. IntechOpen, 2013. DOI: 10.5772/55851*
19. Duke S. O. Overview of Herbicide Mechanism of Action. *Environmental Health Perspectives*. 1990. Vol. 87. P. 263–271.
20. Hassan N. M., Nemat Alla M. M. Oxidative stress in herbicide-treated broad bean and maize plants. *Acta Physiologiae Plantarum*. 2005. Vol. 27, No 4A. P. 429–438.
21. Yin X. L., Jiang L., Song N. H., Yang H. Toxic Reactivity of Wheat (*Triticum aestivum*) Plants to Herbicide Isoproturon. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2008. Vol. 56, No 12. P. 4825–4831. DOI: 10.1021/jf800795v
22. Дикун О. В., Жеребко В. М., Дикун М. О. Вплив ґрунтових і післясходових гербіцидів на вміст пластидних пігментів та продуктивність фотосинтетичного потенціалу сої. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2020. № 1. С. 81–89. DOI: 10.31210/visnyk2020.01.09
23. Россихина Г. С. Стан антиоксидантної системи *Zea Mays* під впливом гербіцидів. *Biosystems Diversity*. 2006. № 1. С. 149–154.
24. Treatment with the herbicide TOPIK induces oxidative stress in cereal leaves / A. S. Lukatkin et al. *Pesticide Biochemistry and Physiology*. 2013. Vol. 105, No 1. P. 44–49. DOI: 10.1016/j.pestbp.2012.11.006
25. Fakhari R., Tobeh A., Alebrahim M. T., Mehdizadeh M., Khiavi H. K. Study of Changes in Activity of Wheat Antioxidant Enzymes under Stress Residue of Imazethapyr Herbicide. *International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research*. 2020. Vol. 8, № 2. P. 165–179. DOI: 10.33945/SAMI/IJABBR.2020.2.7
26. Овечко К. О., Пашенко Ю. П. Розміри листового апарату та фотосинтетична продуктивність *Pisum Sativum* L. за дії біостимуляторів (Стимпо і Реоплант) та Ризогуміну. Інноваційні аспекти виробництва плодоовочевої продукції: матеріали Міжвузівської студентської науково-практичної конференції. Мелітополь: Видавничо-поліграфічний центр «Лух», 2019. С. 94–97.
27. Tkalic Yu. I., Tsyliuryk A. I., Masliiov S. V., Kozechko V. I. Interactive effect of tank-mixed post emergent herbicides and plant growth regulators on corn yield. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018. Vol. 8, No 1. P. 961–965. DOI: 10.15421/2018_299

28. Білоножко В. Я., Карпенко В. П., Полторецький С. П., Притуляк Р. М. Фізіолого-біохімічні процеси в рослинах ячменю ярого за роздільного та інтегрованого застосування гербіцидів і регуляторів росту рослин. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2012. № 2. С. 7–13.
29. Шутко С. С. Вплив різних норм гербіциду Пік 75 WG і різних способів застосування PPP Регоплант на реакції пероксидного окиснення ліпідів у рослинах соризу. COVID-19 – challenges in modern science: Abstracts of XX International Scientific and Practical Conference. Warsaw: Myśl Naukowa, 2021. С. 177–181.
30. Паланиця М. П., Трач В. В., Мордерер Є. Ю. Генерування активних форм кисню за дії грамініцидів і модифікаторів їх активності. *Фізіологія і біохімія рослин*. 2009. № 4. С. 328–334.
31. Карпенко В. П., Івасюк Ю. І., Притуляк Р. М. Формування листкової поверхні рослин сої і суми хлорофілів за інтегрованої дії гербіциду та біологічних препаратів. *Агробіологія*. 2018. № 1. С. 43–50.
32. Голодрига О. В. Формування якості насіння сої за умов комплексного застосування гербіцидів і Емістиму С. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. 2011. С. 103–107.

References

1. LeBaron, H. M., McFarland, E. J., Burnside, O. C. (2008). *The Triazine Herbicides: 50 years Revolutionizing Agriculture*. Amsterdam: Elsevier.
2. Splid, N. H., Koeppen, B. (1998). Occurrence of pesticides in Danish shallow ground water. *Chemosphere*, 37, 1307–1316.
3. Kudsk, P., Streibig, J. C. (2003). Herbicides – a two-edged sword. *Weed research*, 43(2), 90–102.
4. Mykolaiko, V. P., Miziuk, V. P. (2020). Biolohezatsiia zemlerobstva ta yii zastosuvannia v silskohospodarskomu vyrobnytstvi. *Pryrodnychi nauky i osvita. Zbirnyk naukovykh prats pryrodnycho-heohrafichnoho fakultetu*. Uman: Vizavi, 101–105 [in Ukrainian].
5. Buha, N., Kulyk, N., Zuiakova, L. (2014). Rozvytok biolozhichnoho zemlerobstva ta zabezpechennia orhanichnoho vyrobnytstva silskohospodarskoi produktsii. *Economist*, 2, 27–30 [in Ukrainian].
6. Trybel, S. O., Stryhun, O. O., Hamanova, O. M. (2014). Suchasnyi stan khimichnoho metodu zakhystu roslyn. *Quarantine and plant protection*, 1, 1–4 [in Ukrainian].
7. Hrytsaienko, Z. M., Karpenko, V. P., Prytuliak, R. M. (2012). Zabur'ianenist posiviv trytykale ozymoho za dii herbitydu Prima z sumishi z rehuliatorom rostu roslyn Biolan. *Collected Works of Uman National University of Horticulture*, 79, 47–51 [in Ukrainian].
8. Onopriienko V. P. Ahrovyrobnytstvo v umovakh hlobalnoho poteplinnia klimatu. (2016). *Bulletin of Sumy National Agrarian University*, 9, 32, 73–80 [in Ukrainian].
9. Calvo, P., Nelson, L., Kloepper, J. W. (2014). Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant and Soil*, 383, 3–41.
10. Vats, S. (2015). Herbicides: History, Classification and Genetic Manipulation of Plants for Herbicide Resistance. In: Lichtfouse, E. (eds) *Sustainable Agriculture Reviews*. Sustainable Agriculture Reviews, vol 15. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-09132-7_3
11. Shvartau, V. V., Mykhalska, L. M. (2016). Rol fitohormoniv u zhyttiediialnosti roslyn. *Propozytsiia*, 3, 70–72 [in Ukrainian].
12. Oerke, E. C. (2006). Crop losses to pests. *The Journal of Agricultural Science*, 144(1), 31–43.
13. Zhang, J. J., Wang, Y. K., Zhou, J. H., Xie, F., Guo, Q. N., Lu, F. F., Jin, S. F., Zhu, H. M., & Yang, H. (2018). Reduced phytotoxicity of propazine on wheat, maize and rapeseed by salicylic acid. *Ecotoxicology and environmental safety*, 162, 42–50. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2018.06.068>
14. Langaro, A. C., Agostinetto, D., Ruchel, Q., Garcia, J. R., Perboni, L. T. (2017). Oxidative stress caused by the use of preemergent herbicides in rice crops. *Revista Ciência Agronômica*, 48(2), 358–364. <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20170041>
15. Younesabadi, M., Das, T. K., Pandey, R. (2013). Effect of herbicide tank-mixes on weed control, yield and physiological parameters of soybean (*Glycine max*) under tilled and no-tilled conditions. *Indian Journal of Plant Physiology*, 18, 290–294. <https://doi.org/10.1007/s40502-013-0037-8>
16. Gritsaenko Z. M. (1985). Sravnitel'naya effektivnost gerbitsidov Primekstry i Agelona v posevah kukuruzy, vyraschivaemoy v polevom sevooborote po industrialnoy tehnologii pri raznoy vlazhnosti pochvy. *Plodorodie pochvy i produktivnost sevooborotov: sbornik nauchnykh trudov*. Kyiv, 94–102 [in Russian].
17. Ortiz-Hernández, L., Sánchez-Salinas, E., Olvera-Velona, A., Folch-Mallol, J. L. (2011). Pesticides in the Environment: Impacts and its Biodegradation as a Strategy for Residues Treatment. In *Pesticides – Formulations, Effects, Fate* / Ed. M. Stoytcheva. InTech Open, 551–574.
18. Marin-Morales, M. A., Ventura-Camargo, B. C., Hoshina, M. M. (2013). Toxicity of Herbicides: Impact on Aquatic and Soil Biota and Human Health. *Herbicides - Current Research and Case Studies in Use* / Eds. A. J. Price and A. J. Kelton. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/55851>
19. Duke, S. O. (1990). Overview of Herbicide Mechanism of Action. *Environmental Health Perspectives*, 87, 263–271.
20. Hassan, N. M., Nemat Alla, M. M. (2005). Oxidative stress in herbicide-treated broad bean and maize plants. *Acta Physiologiae Plantarum*, 27(4), 429–438.

21. Yin, X. L., Jiang L., Song, N. H., Yang, H. (2008). Toxic Reactivity of Wheat (*Triticum aestivum*) Plants to Herbicide Isoproturon. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(12), 4825–4831. <https://doi.org/10.1021/jf800795v>
22. Dykun, O. V., Zhrebko, V. M., Dykun, M. O. (2020). Vplyv gruntovykh i pisliashkodovykh herbitsydiv na vmist plastydnykh pihmentiv ta produktyvnist fotosyntetychnoho potentsialu soi. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 1, 81–89 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.31210/visnyk2020.01.09>
23. Rossykhina, H. S. (2006). Stan antyoksydantnoi systemy *Zea Mays* pid vplyvom herbitsydiv. *Biosystems Diversity*, 1, 149–154 [in Ukrainian].
24. Lukatkin, A. S., Gar'kova, A. N., Bochkarjova, A. S., Nushtaeva, O. V., & Teixeira da Silva, J. A. (2013). Treatment with the herbicide TOPIK induces oxidative stress in cereal leaves. *Pesticide biochemistry and physiology*, 105(1), 44–49. <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2012.11.006>
25. Fakhari, R., Tobeh, A., Alebrahim, M. T., Mehdizadeh, M., Khiavi, H. K. (2020). Study of Changes in Activity of Wheat Antioxidant Enzymes under Stress Residue of Imazethapyr Herbicide. *International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research*, 8(2), 165–179. <https://doi.org/10.33945/SAMI/IJABBR.2020.2.7>
26. Ovechko, K. O., Pashchenko, Yu. P. (2019). Rozmiry lystkovoho aparatu ta fotosyntetychna produktyvnist Pisum Sativum L. za dii biostymulatoriv (Stympo i Rehoplant) ta Ryzohuminu. *Innovatsiini aspekty vyrobnytstva plodoovochevoi produktsii: materialy Mizhvuzivskoi studentskoi naukovopraktychnoi konferentsii*. Melitopol: Vydavnycho-polihrafichnyi tsentr "Lux", 94–97 [in Ukrainian].
27. Tkalich, Yu. I., Tsyliuryk, A. I., Masliiov, S. V., Kozechko, V. I. (2018). Interactive effect of tank-mixed post emergent herbicides and plant growth regulators on corn yield. *Ukrainian Journal of Ecology*, 8(1), 961–965. https://doi.org/10.15421/2018_299
28. Bilonozhko, V. Ya., Karpenko, V. P., Poltoreskyi, S. P., Prytuliak, R. M. (2012). Fizioloho-biokhimichni protsesy v roslynakh yachmeniu yaroho za rozdilnoho ta intehrovanoho zastosuvannya herbitsydiv i rehulatoriv rostu roslyn. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 2, 7–13 [in Ukrainian].
29. Shutko, S. S. (2021). Vplyv riznykh norm herbitsydu Pik 75 WG i riznykh sposobiv zastosuvannya RRR Rehoplant na reaktsii peroksydnoho okysnennia lipidiv u roslynakh soryzu. COVID-19 – challenges in modern science: Abstracts of XX International Scientific and Practical Conference. Warsaw: Myśl Naukowa, 177–181 [in Ukrainian].
30. Palanytsia, M. P., Trach, V. V., Morderer, Ye. Yu. (2009). Heneruvannya aktyvnykh form kysniu za dii hraminitsydiv i modyfikatoriv yikh aktyvnosti. *Physiology and biochemistry of cultural plants*, 4, 328–334 [in Ukrainian].
31. Karpenko, V. P., Ivasiuk, Yu. I., Prytuliak, R. M. (2018). Formuvannya lystkovoï poverkhni roslyn soi i sumy khlorofiliv za intehrovanoi dii herbitsydu ta biolohichnykh preparativ. *Agrobology*, 1, 43–50 [in Ukrainian].
32. Holodryha, O. V. (2011). Formuvannya yakosti nasinnia soi za umov kompleksnoho zastosuvannya herbitsydiv i Emistymu C. *Collected Works of Uman National University of Horticulture «Osnovy biolohichnoho roslynnytstva v suchasnomu zemlerobstvi»*, 103–107 [in Ukrainian].

ФОРМУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ УЧНІВ НА УРОКАХ БІОЛОГІЇ І ЕКОЛОГІЇ

Світлана Люленко

канд. пед. наук, доцент кафедри біології та здоров'я людини,
Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини
ORCID: 0000-0002-5898-4511
E-mail: Lulencoso@gmail.com

У статті розглянуто та проаналізовано роль екологічної компетентності учнів на уроках біології і екології. Формування екологічної компетентності на уроках біології і екології є важливе для розвитку сучасного суспільства та збереження природних ресурсів. Важливо виховувати учнів у дусі екологічної свідомості, щоб вони розуміли вплив свого споживання на природне середовище і могли приймати обдумані рішення щодо своїх споживчих практик, їх участь у природоохоронних заходах, таких як посадка дерев, прибирання сміття у місцевих парках чи річках тощо.

Формування екологічної компетентності є пріоритетним в процесі навчання та виховання учнів на уроках біології і екології. Екологічна компетентність означає розуміння та усвідомлення екологічного стану планети, країни або регіону, а також причин і наслідків екологічних проблем. Вона включає знання екологічних законів та умов виходу з екологічної кризи. Крім того, екологічна компетентність включає раціональне використання природних ресурсів та заходи з охорони та збереження довкілля.

Ключові слова: екологічна освіта; екологічна компетентність; біологія і екологія.

FORMATION OF ENVIRONMENTAL COMPETENCE OF STUDENTS IN BIOLOGY AND ECOLOGY LESSONS

Svitlana Liulenko

candidate of pedagogical sciences, associate professor at the department of biology and human health,
Pavlo Tychyna Uman state pedagogical university
ORCID: 0000-0002-5898-4511
E-mail: Lulencoso@gmail.com

In modern conditions of human civilization development, the issue of the interaction between society and nature becomes of paramount importance. In the 20th century, humanity began to realize that the intensification of environmental impact could become uncontrollable and pose a threat to the existence of the entire civilization. Overcoming the ecological crisis is believed by scientists to be significantly dependent on education and pedagogy, especially in secondary education, which is aimed at shaping ecological culture, fundamental ecological knowledge, ecological thinking, and awareness based on a careful attitude towards nature as a unique resource. The article explores and analyzes the role of environmental competence among students in biology and ecology classes. The formation of environmental competence in biology and ecology lessons is one of the tasks of the educational system, realized through environmental education. Since environmental competence is an element of life competence, the process of its formation should be multifaceted and involve the interaction of educational institutions, families, and society. The development of environmental competence is a priority in the teaching and upbringing of students in biology and ecology classes. Environmental competence involves awareness of the ecological state of the planet, country, and region; understanding the causes and consequences of the ecological crisis and conditions for overcoming it; knowledge of environmental laws; rational use of natural resources, and environmental protection and conservation.

Keywords: environmental education; environmental competence; biology; ecology.

Екологічна освіта молодого покоління в Україні набула статусу одного з головних пріоритетів у розвитку суспільства. У рамках екологічної освіти як соціальної системи держави головною метою є формування всебічно розвиненої та творчої особистості. Це проголошено у Національній доктрині розвитку освіти України на XXI століття. Інтеграція

екологічної освіти в систему загальної освіти сприяє створенню екологічно свідомого та відповідального суспільства, яке дбає про довкілля та природні ресурси для майбутніх поколінь.

Сучасні екологічні проблеми, такі як забруднення ґрунтів, повітря та водойм токсичними речовинами, втрата біорізноманіття, знищення озонового шару та інші, стали гострими викликами для людства. Головною причиною цих проблем виступає діяльність людини. Наслідки неусвідомленого впливу на природу суттєво впливають на якість життя людей та загрожують майбутнім поколінням.

Бездумне використання природних ресурсів, надмірне виробництво та споживання, а також невідповідальне поводження з відходами та забруднюючими речовинами призводять до серйозних наслідків для екосистем та здоров'я людей. Зміна клімату, втрата різноманіття живих організмів і порушення природного балансу – лише деякі з проблем, які потрібно вирішувати.

Розуміння важливості екологічних проблем та впливу людини на навколишнє середовище є ключовим для збереження природи та забезпечення сталого розвитку. Необхідно зосередитися на прийнятті ефективних заходів з охорони природи, впровадженні чистих технологій та стимулюванні екологічної свідомості в суспільстві. Тільки шляхом спільних зусиль можна забезпечити збереження навколишнього середовища для майбутніх поколінь.

Основні підходи до формування екологічної компетентності, розуміння її сутності та структури розкриваються у працях вчених, таких як Н. Пустовіт, Л. Титаренко, С. Шмалей та інші. Їхні дослідження вказують на значення цього поняття в контексті сучасного екологічного виховання та навчання.

Г. Білецька, Л. Лук'янова, В. Маршицька, О. Пруцакова, Л. Руденко та інші зробили значний внесок у вирішення проблеми формування екологічної компетентності як особистісної якості.

Роботи А. Захлебного, І. Зверева, В. Лях, І. Матрусова, вносять значний вклад у розвиток теорії та практики екологічної освіти. Їхні дослідження підкреслюють важливість розуміння та формування екологічної компетентності учнів. Основні висновки з їхніх робіт вказують на такі ключові аспекти, як потребу в оновленні змісту екологічної освіти для відповідності сучасним екологічним викликам та завданням, необхідності застосування інтерактивних методів навчання та партнерських відносин між учнями, вчителями та громадою для досягнення кращого розуміння та вирішення екологічних проблем.

Метою статті є теоретичне обґрунтування формування екологічної компетентностей на уроках біології і екології.

У формуванні екологічної компетентності учнів школа відіграє ключову роль, оскільки це період, коли формуються основні цінності та уявлення про відношення до природи та навколишнього середовища. Основна мета вчителів полягає в тому, щоб інтегрувати екологічний аспект у навчальний процес кожного предмету. Необхідно активно використовувати екологічні приклади, завдання та матеріали у всіх предметах, що вони викладають. Наприклад, вивчення хімії може включати аналіз хімічних речовин, їх вплив на навколишнє середовище та методи їх переробки або видалення. Організація виїзних уроків на природу, екскурсій до екологічних об'єктів та парків, де учні можуть спостерігати живу природу та її взаємодію з навколишнім середовищем. Сприяння розвитку учнівського критичного мислення стосовно екологічних проблем, пошук альтернативних рішень та аналіз їхніх наслідків для природи та людей.

Екологічна компетентність охоплює широкий спектр знань, навичок, цінностей та умінь, що дозволяють особистості свідомо взаємодіяти з навколишнім середовищем і приймати обґрунтовані рішення, спрямовані на збереження природи та створення сталого способу життя [2].

Відповідно до досліджень А. Захлебного, І. Зверева та І. Суравегіної, екологічна компетентність включає три ключові компоненти:

- раціональний компонент. Це сукупність екологічних знань, які особистість засвоює. Сюди входять знання про екологічні процеси, взаємозв'язки в природі, причини екологічних проблем і методи їх вирішення. Цей компонент дозволяє особистості розуміти екологічні проблеми та їх можливі наслідки.
- чуттєво-емоційний компонент. Він охоплює особистісні почуття, емоції та ставлення до природи. Цей аспект включає в себе розвиток екологічних цінностей, таких як повага, любов та відповідальність за природу. Важливо, щоб учні розвивали емпатію та співчуття до навколишнього середовища.
- поведінково-вольовий компонент. Це здатність особистості приймати обґрунтовані рішення та вчиняти відповідні дії, спрямовані на збереження природи. Цей компонент передбачає усвідомлення наслідків власних дій та готовність нести відповідальність за них.

Розвиток екологічної компетентності передбачає не лише засвоєння знань, але і зміну ставлення та поведінки особистості щодо природи. Це важливий аспект у формуванні сталого способу життя та збереженні екологічної рівноваги.

Л. Липова, Т. Лукашенко і В. Малишев підкреслюють, що ключовою умовою формування екологічної компетентності є перехід від зовнішніх мотивів і стимулів до внутрішніх мотивів особистості. Це означає, що людина повинна розвивати внутрішню мотивацію для екологічної поведінки, яка базується на власних цінностях, переконаннях і почуттях відповідальності перед природою.

Сучасні тенденції розвитку взаємодії суспільства і природи підтверджують важливість прогностичної ідеї В. Вернадського про становлення біосфери як сфери свідомого, гармонійного перетворення людиною природного оточення. Ця ідея наголошує на тому, що взаємодія між людиною і природою повинна бути здійснена відповідально та узгоджено, з метою забезпечення балансу між потребами людини і збереженням навколишнього середовища.

Вернадський підкреслював, що біосфера та ноосфера – це необхідні ступені у розвитку суспільства, де людство повинне співіснувати з природою у гармонії. Збереження природного середовища та збалансоване використання ресурсів є важливими аспектами цього процесу.

Таким чином, створення ноосфери передбачає ліквідацію загрози глобальної екологічної кризи та забезпечення оптимального взаємозв'язку між усіма компонентами природи, суспільства та технологій. Це покликано забезпечити стійкий розвиток нашої планети та зберегти її життєво важливі екосистеми.

Екологічну компетентність учнів у психолого-педагогічній літературі часто пов'язують з набуттям наступних аспектів:

- системою знань про навколишнє середовище, включаючи соціальне та природне середовище та їх взаємозв'язок і взаємозалежність;
- практичним досвідом використання цих знань для вирішення екологічних проблем на локальному та регіональному рівнях, що включає уміння застосовувати отримані знання для прийняття обґрунтованих рішень та участь у проектах та ініціативах, спрямованих на поліпшення стану довкілля;
- прогнозуванням відповідної поведінки та діяльності у професійній сфері та побуті;
- потребою у спілкуванні з природою та бажання брати особисту участь у її відновленні та збереженні [1].

Ці аспекти враховуються при формуванні екологічної компетентності учнів та сприяють розвитку їхнього екологічного світогляду та активної громадянської позиції у сфері охорони навколишнього середовища.

Проблема формування екологічної компетентності на сьогодні є однією з найважливіших для людства, оскільки вона пов'язана з збереженням природного

середовища для майбутніх поколінь. Особливо важливою є усвідомленням людиною взаємовідносин у системі «людина – природа» та наслідків такої взаємодії.

Останні десятиріччя відзначається активізацією досліджень у галузях філософії, психології та екології, що спрямовані на вирішення цієї проблеми. Вони спрямовані на розуміння природи взаємодії людини з природою, а також на розробку раціональних, невиснажливих та відновлювальних методів використання ресурсів природного середовища.

Ці дослідження допомагають людству усвідомлювати наслідки своїх дій для природи та розвивати стратегії для забезпечення сталого використання ресурсів. Формування екологічної компетентності стає ключовим елементом у такому процесі, оскільки воно сприяє усвідомленню людиною своєї відповідальності за довкілля та розвитку екологічно збалансованого способу життя.

Створення учнівської екологічної, соціальної та громадянської компетентностей, а також критичного мислення на уроках біології, екології та природознавства спрямоване на формування загальної культури учня, виховання особистості, яка усвідомлює свою відповідальність перед суспільством у збереженні життя на Землі. Метою є також створення екологічної культури та зміцнення духовного і фізичного здоров'я кожної конкретної особи з метою сприяння розвитку демократичного громадянського суспільства [7].

Під час вивчення біології і екології у школі, екологічна освіта може виявлятися у кількох аспектах:

- розвиток навичок встановлення гармонійних відносин з природою на основі поваги до життя як найвищої цінності і розгляду всього живого як унікальної частини біосфери;
- вивчення біологічних ідей та теоретичних концепцій, які є важливою складовою загальнолюдської культури;
- набуття навичок технології ухвалення рішень у демократичному суспільстві, вільного вибору і дій в різних сферах життя;
- стимулювання формування наукового світогляду та розбудова норм емоційно-ціннісного ставлення до природи, до самого себе, до інших людей і до загальнолюдських духовних цінностей [3].

Навчання зорієнтоване на розвиток розуміння і формування особистого ставлення, включає такі аспекти:

- осмислення власної громадянської позиції у демократичному суспільстві стосовно збереження природи свого регіону через участь у спеціальних акціях;
- формування розуміння біологічної природи та соціальної сутності людини, визначення двох середовищ для повноцінного розвитку: природного і соціального;
- орієнтація на здоровий спосіб життя та відповідальність за власне життя і здоров'я;
- розвиток навичок відповідальних дій у природі та прийняття обґрунтованих рішень;
- готовність вирішувати проблеми, пов'язані з довкіллям;
- здатність захищати права громадян на безпечне навколишнє середовище [4].

Освітній процес повинен ґрунтуватися на завданнях, спрямованих на розвиток компетентності, використовуючи місцевий природознавчий і краєзнавчий матеріал. Для досягнення цієї мети важливо використовувати різноманітні форми роботи, що сприяють емоційно-естетичному сприйняттю природи а саме:

- спостереження за довкіллям, що дозволяє учням активно взаємодіяти з навколишнім середовищем, розвивати у них навички спостереження та аналізу;
- уроки у формі подорожі, усного журналу, репортажу;

- залучення учнів до екологічних акцій, що сприяє формуванню в них відповідального ставлення до довкілля та активізації їхньої діяльності у збереженні природи;
- виконання трудових справ у природі допомагає учням розуміти важливість охорони природи та розвивати практичні навички в цьому напрямку;
- уроки милування природою;
- природоохоронні інтелектуальні аукціони, конкурси, вікторини;
- екологічні проекти.

На даний момент досить часто використовують елементи тренінгу, що має ряд переваг і може сприяти більш ефективному формуванню екологічної компетентності учнів. Тренінгові методи дозволяють залучити учнів до активної участі в навчальному процесі, стимулюючи їхню ініціативність та інтерес до вивчення екології. Робота в групах під час тренінгів навчає учнів співпрацювати, обмінюватися думками та ідеями, вирішувати завдання разом.

Учні в процесі тренінгу навчаються аналізувати інформацію, робити висновки та приймати обґрунтовані рішення щодо екологічних проблем. Тренінгові методи сприяють розвитку критичного мислення учнів, дозволяючи їм аналізувати різні точки зору та знаходити оптимальні рішення. Тренінгові методи можуть допомогти учням розробляти стратегії подолання екологічних проблем, виявлення шляхів вирішення конфліктних ситуацій та сприяння збереженню довкілля.

Так, формування екологічної компетентності особистості залежить від різноманітних соціальних та педагогічних чинників.

Соціальні чинники:

- сім'я та сімейне виховання моделі поведінки щодо відношення до природи можуть впливати на формування екологічних цінностей та переконань у дитинстві;
- спільнота, в якій живе особистість, може впливати на її екологічні установки, ставлення до природи та участь у природоохоронних заходах;
- засоби масової інформації, соціальні мережі та інші канали впливу можуть формувати свідомість щодо екологічних проблем і сприяти розвитку екологічної свідомості.

Педагогічні чинники:

- педагогічні методи, які використовуються в школі або іншому навчальному закладі, можуть сприяти формуванню екологічної компетентності шляхом включення екологічних тем у навчальні програми та застосування інтерактивних методів;
- приклад вчителя, його власні погляди та поведінка щодо природи можуть мати значний вплив на учнів і сприяти формуванню екологічних цінностей;
- екологічні клуби, загони екологів, експедиції та інші позакласні заходи можуть сприяти активізації зацікавленості учнів у вивченні екології та розвитку їхніх екологічних навичок.

Ці соціальні та педагогічні чинники взаємодіють між собою та можуть впливати на формування екологічної компетентності учнів як індивідуальних особистостей [5].

Екологічна компетентність учня розвивається під час його прямої взаємодії з природою, що включає милування, спостереження, трудову та експериментально-дослідницьку діяльність протягом всього періоду шкільного навчання. На наш погляд, проведення природоохоронних акцій є ефективним засобом формування основ екологічної компетентності, основаним на залученні учнів до різноманітних видів діяльності, включаючи практичні, інтелектуальні та естетичні аспекти.

Механізм формування екологічної компетентності представляє собою складний та тривалий процес, який вимагає комплексного підходу до навчання, виховання та розвитку

учнів. Цей процес проймає шлях від засвоєння знань, переходячи до використання почуттів та закріплення у діяльності, що в цілому формує ставлення дітей до природи.

Формування екологічної компетентності є складним та багатоаспектним процесом, який вимагає комплексного підходу у навчанні та вихованні дітей. Цей процес включає не лише передачу знань про екологію, а й розвиток почуттів, цінностей та практичних навичок, які стосуються ставлення до природи та її охорони.

Актуальність проблеми формування екологічної компетентності особистості пояснюється потребою у збереженні навколишнього середовища та забезпеченні сталого розвитку суспільства. Враховуючи наростаючу екологічну кризу та її негативні наслідки для людства, особливо важливим стає виховання екологічно свідомих та відповідальних громадян.

Різноманітні визначення та дослідження щодо поняття екологічної компетентності свідчать про активний інтерес наукової спільноти до цієї проблеми та пошуків оптимальних шляхів її вирішення. Інтеграція таких аспектів, як знання, уміння, цінності та практична діяльність, дозволяє створити ефективні педагогічні підходи до формування екологічної компетентності та підготувати молодше покоління до активної участі у вирішенні екологічних проблем.

Формування екологічної компетентності особистості вимагає більше, ніж просте передавання знань та навичок. Це процес, що передбачає створення умов для активної участі особистості у власному навчанні та діяльності в екологічній сфері. Забезпечення можливості самостійного вибору та прийняття рішень, а також активної участі у розв'язанні екологічних проблем.

Практичні навички, такі як розпізнавання та оцінка стану довкілля, раціональне використання ресурсів, а також уміння вирішувати екологічні проблеми, є важливими складовими екологічної компетентності.

Важливо, щоб особистість розуміла значення та самоцінність природних об'єктів та була готовою до їх захисту та збереження.

Формування екологічної компетентності передбачає розвиток дбайливого, бережливого та розумного ставлення до природи, що відображається в усій поведінці та діяльності особистості.

Перспективи використання результатів дослідження. Перспективи подальших пошуків полягають в дослідженні методики формування екологічної компетентності учнів під час вивчення біології.

Список використаних джерел

1. Власова О. І. Педагогічна психологія: навч. посіб. Київ: Либідь, 2005. 400 с.
2. Концепція екологічної освіти України. *Інформаційний збірник Міністерства освіти і науки України*. 2002. № 7. С. 3–23.
3. Лисенко Н. В. Теорія і практика екологічної освіти: педагог дошкільник: навчально-методичний посібник для ВНЗ. Київ: Слово, 2009. 400 с.
4. Лук'янова Л. Б. Концептуальні засади формування екологічної компетентності майбутніх фахівців. Теорія і практика професійного навчання дорослих у ПТНЗ і на виробництві: кол. монографія. Київ, 2010. С. 23–41.
5. Овчарук О. В. Компетентність як ключ до оновлення змісту освіти. Стратегія реформування освіти в Україні: рекомендації до освітньої політики. Київ: К.І.С., 2003. 296 с.
6. Пруцакова О. Л. До проблеми формування екологічної компетентності школярів. *Вісник Черкаського університету. Серія: Педагогічні науки*. 2009. Вип. 162. С. 132–138.
7. Титаренко Л. М. Формування екологічної компетентності студентів біологічних спеціальностей університету: автореф. дис... канд. пед. наук: 13.00.07. Київ, 2007. 20 с.

References

1. Vlasova, O. I. (2005). *Pedahohichna psykhologhiia*. Kyiv: Lybid [in Ukrainian].
2. Kontseptsiia ekolohichnoi osvity Ukrainy. (2002). *Informatsiynyi zbirnyk Ministerstva osvity i nauky Ukrainy*, 7, 3–23 [in Ukrainian].
3. Lysenko, N. V. (2009). *Teoriia i praktyka ekolohichnoi osvity: pedahoh doshkilnyk*. Kyiv: Slovo [in Ukrainian].

4. Luk'ianova, L. B. (2010). Kontseptualni zasady formuvannia ekolohichnoi kompetentnosti maibutnikh fakhivtsiv. *Teoriia i praktyka profesiinoho navchannia doroslykh u PTNZ i na vyrobnytstvi*. Kyiv, 23–41 [in Ukrainian].
5. Ovcharuk, O. V. (2003). Kompetentnist yak kliuch do onovlennia zmistu osvity. *Stratehiia reformuvannia osvity v Ukraini: rekomendatsii do osvitnoi polityky*. Kyiv: K.I.S [in Ukrainian].
6. Prutsakova, O. L. (2009). Do problemy formuvannia ekolohichnoi kompetentnosti shkoliariv. *Visnyk Cherkaskoho universytetu. Seriia: Pedahohichni nauky*, 162, 132–138 [in Ukrainian].
7. Tytarenko, L. M. (2007). Formuvannia ekolohichnoi kompetentnosti studentiv biolohichnykh spetsialnostei universytetu: avtoref. dys... kand. ped. nauk: 13.00.07. Kyiv [in Ukrainian].

БЕЗРЕАГЕНТНА ТЕХНОЛОГІЯ ОЧИЩЕННЯ ВИСОКОМУТНИХ ВОД, ЩО МІСТЯТЬ ТЕХНОГЕННІ ЗАСТОСУВАННЯ

Святослав Мандебур

викладач кафедри хімії та екології,

Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини

ORCID: 0000-0001-7952-5974

E-mail: eko14b.mandebura@gmail.com

Роман Подзерей

канд. с-г. наук, доцент кафедри хімії та екології,

Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини

ORCID: 0000-0001-7667-6515

E-mail: Podzerej81@gmail.com

Нинішні водні ресурси все частіше зазнають забруднення внаслідок інтенсивного використання виробничих технологій та техногенних впливів. У цьому контексті виникає актуальна проблема розробки та застосування безреагентних технологій очищення високомутних вод, що містять залишки від промислових процесів.

Дана дослідницька робота спрямована на вивчення ефективних методів очищення води від техногенних забруднень без використання хімічних реагентів. Вона обґрунтовує важливість застосування безреагентних систем в умовах високого ризику для довкілля та людського здоров'я. Досліджено різноманітні методи, такі як фільтрація, осадження, та інноваційні підходи, які використовують фізичні, біологічні та технологічні принципи для досягнення високого ступеня очищення води. Результати експериментів свідчать про можливість ефективного використання безреагентних технологій в очищенні води від техногенних забруднень, знижуючи негативний вплив на навколишнє середовище та сприяючи створенню сталих та екологічно безпечних систем очищення води для промислових потреб. Ця робота відкриває перспективи для подальших досліджень та впровадження безреагентних технологій в сучасну водопостачальну та промислову інфраструктуру.

Метою роботи є наукове обґрунтування, удосконалення та впровадження в практику технологій і споруд глибокого безреагентного очищення високомутних (до 5 г/л і більше) поверхневих вод, що містять техногенні домішки.

***Ключові слова:** Безреагентна технологія; очищення води; високомутні води; техногенні застосування; промислові забруднення; екологічна безпека; фільтрація; осадження; інноваційні підходи; сталість систем очищення води; довкілля; людське здоров'я; водопостачання; експериментальні дослідження; сучасна інфраструктура.*

REAGENT-FREE TECHNOLOGY FOR THE PURIFICATION OF HIGH-TURBIDITY WATERS CONTAINING TECHNOLOGICAL APPLICATIONS

Sviatoslav Mandebura

lecturer at the department of chemistry and ecology, Pavlo Tychyna Uman state pedagogical university

ORCID: 0000-0001-7952-5974

E-mail: eko14b.mandebura@gmail.com

Roman Podzerei

candidate of agricultural sciences, associate professor at the department of chemistry and ecology, Pavlo Tychyna Uman state pedagogical university

ORCID: 0000-0001-7667-6515

E-mail: Podzerej81@gmail.com

Current water resources are increasingly subject to contamination due to the intensive use of industrial technologies and anthropogenic influences. In this context, there arises a pressing issue of developing and implementing reagent-free technologies for purifying highly contaminated waters containing residues from industrial processes.

This research aims to study effective methods of water purification from technogenic pollutants without the use of chemical reagents. It substantiates the importance of applying reagent-free systems in conditions of high environmental and human health risks. Various methods, such as filtration, sedimentation, and innovative approaches utilizing physical, biological, and technological principles for achieving a high degree of water purification, have been investigated. Experimental results indicate the potential effective use of reagent-free technologies in purifying water from technogenic contaminants, reducing the negative impact on the environment, and promoting the development of sustainable and environmentally friendly water purification systems for industrial needs. This work opens perspectives for further research and implementation of reagent-free technologies in modern water supply and industrial infrastructure.

The objective of the research is the scientific justification, improvement, and implementation of technologies and structures for deep reagent-free purification of highly turbid (up to 5 g/l and more) surface waters containing technogenic impurities.

Keywords: *Reagent-free technology; water purification; highly contaminated waters; technogenic applications; industrial pollutants; environmental safety; filtration; sedimentation; innovative approaches; stability of water purification systems; environment; human health; water supply; experimental research; modern infrastructure.*

Поверхневі вододжерела, розташовані у ряді районів Півдня України характеризуються не тільки підвищеною каламутністю до 5 г/л, а іноді й більше, а й наявністю в них забруднень техногенного походження. До забруднюючих речовин, що знаходяться, в основному, в розчиненому стані, відносяться феноли, нафтопродукти, ПАВ, біогенні елементи, отрутохімікати, солі різних металів.

Видалення вищевказаних розчинених речовин традиційними безреагентними методами очищення води (відстоюванням, фільтруванням) практично неможливе [1, с. 40].

Крім того, застосовуване традиційно на водопровідних станціях у згаданих регіонах знезараження питної води методом подвійного хлорування є причиною появи в ній великого ряду галогено містять сполук, що володіють високою канцерогенною активністю: хлороформу, чотиріхлористого вуглецю, трихлоретилену і ін. у мінімальних концентраціях.

Об'єкти водопостачання, розташовані поблизу згаданих вище джерел, характеризуються здебільшого невеликою продуктивністю (до 200–1000 м³ /доба), не мають достатньої матеріальної бази для використання дорогих реагентних і енергоємних технологій і експлуатаційним персоналом необхідної кваліфікації. Для таких об'єктів дуже дорогою і екологічно проблемною є завдання утилізації реагентносодержащих осадів, що утворюються при водообробці [2, с. 42].

У зв'язку з цим, удосконалення існуючих та створення нових технологій безреагентного глибокого очищення високомутних вод, що реалізуються на компактних водоочисних установках заводського виготовлення, є важливим народногосподарським завданням, особливо актуальним для України [3, с. 234].

Наукова новизна роботи:

- створено нові безреагентні технології та конструкції споруд та установок водоочищення (плавучі водоочисні установки, комбінована споруда «Ківш-пліт»), в основу яких покладено принцип економічності та екологічної безпеки використання компактних пристроїв та обладнання;
- отримані нові експериментальні дані з очищення води від розчинених мінеральних і органічних сполук шляхом електрохімічного окислення з глибоким подальшим сорбційним доочищенням на фільтрах з гранульованого активного вугілля;
- розроблено математичні моделі оптимізації режимів роботи водоочисних комплексів та програмне забезпечення для вирішення оптимізаційних завдань.

Методика проведення досліджень включає:

- збір, аналіз та узагальнення науково-технічної літератури для оцінки з тимчасового стану, обґрунтування актуальності та формулювання мети та завдань досліджень у галузі очищення висококомутних природних вод, що містять техногенні забруднення;
- теоретичні дослідження обґрунтування та оптимізації водоочисних технологій та методів їх інженерного розрахунку;
- експериментальні дослідження в лабораторних та напіввиробничих умовах процесів та споруд попереднього очищення води, електрохімічного окислення органічних речовин в електролізері за висипного типу при малих концентраціях та фільтрування через сорбційне завантаження.

Проведено аналіз багатокомпонентної системи формування та акумулювання відходів. Запропоновано концепцію щодо процесів та споруд попереднього очищення води, електрохімічного окислення органічних речовин в електролізері за висипного типу при малих концентраціях та фільтрування через сорбційне завантаження, схему оптимального, з позицій екологічної безпеки, розміщення відходів.

Отримані результати сприяють вирішенню важливого завдання – зниження впливу техногенних утворень на навколишнє середовище.

Вибір технологічної схеми та складу споруд для очищення води здійснюється на підставі зіставлення якості води у джерелі, вимог до ступеня її очищення з урахуванням продуктивності очисної станції та потенційних можливостей технологій споруд. Область застосування нових технологічних схем очищення може встановлюватися на підставі визначення відповідності технологічних параметрів нових споруд (за даними досліджень) вимогам до якості очищеної води.

У разі, коли якість вихідної води дозволяє застосувати кілька технологічних схем очищення та різні за принципами роботи очисні споруди, вибір найбільш вигідного варіанту повинен проводитися на основі техніко-економічного порівняння цих варіантів.

Для оцінки економічної ефективності застосування запропонованих технологічних схем безреагентного очищення висококомутних вод, що містять техногенні домішки, з використанням нової плавучої водоочисної установки, розглянуто їх показники в порівнянні з існуючими станціями аналогічної продуктивності. Як запропоновані варіанти прийняті:

I варіант – плавуча водоочисна установка, що здійснює очищення води не тільки від зважених та колоїдних частинок, але і від розчинених мінеральних та органічних сполук безпосередньо при заборі водирах з гранульованого активного вугілля (при $C_a < 3500$ мг/л, $Q \geq 200$ м³/доба);

II варіант – попереднє освітлення води від зважених і колоїдних частинок здійснити на плавучій водоочисній установці «Пліт-фільтр», доочищення її від цих частинок – на береговій фільтрувальній установці, а очищення від розчинених мінеральних та органічних сполук – шляхом електрохімічного окислення із застосуванням сорбцій очищення на фільтрах з гранульованого активного вугілля, (при $C_a < 5000$ мг/л, $Q = 200$ м³/доба).

Як базовий варіант для очищення висококомутних вод прийнято водоочисну станцію за схемою: Вертикальний відстійник – «Струя» – Сорбційний фільтр з гранульованого активного вугілля продуктивністю 200 м³/доба (ТП № 901-3-91, ТП № 901-3-22 86) (рис. 1).

Кошторисна вартість об'єктів визначена в цінах 2020 р. з урахуванням перехідного коефіцієнта по капіталовкладенню $K = 380000$ у грошових одиницях України – грн.

Порівняльна економічна оцінка проведена за питомими капіталовкладеннями, наведеними витратами та собівартістю очищення води відповідно до методики [4, с. 212] за формулами:

$$K = \frac{K_0}{Q}; \quad 1.1$$

$$C = \frac{S_r}{Q}; \quad 1.2$$

$$П = S_r + E_H \cdot K_0; \quad 1.3$$

$$З = C + E_H \cdot K, \quad 1.4$$

де K - питомі капіталовкладення, віднесені на 1 м^3 річної продуктивності станції, грн/м³;

K_0 – капіталовкладення, грн;

S_r – Річні експлуатаційні витрати, грн;

C – собівартість очищення 1 м^3 води, грн/м³;

E_H – нормативний коефіцієнт ефективності капіталовкладень, що дорівнює 0,15;

$П$ – річні наведені витрати, грн;

$З$ – наведені витрати на очищення 1 м^3 води, грн/м³.

Капіталовкладення за порівнянними варіантами

Результати розрахунку капіталовкладень за порівнюваними варіантами наведено у таблиці 1.

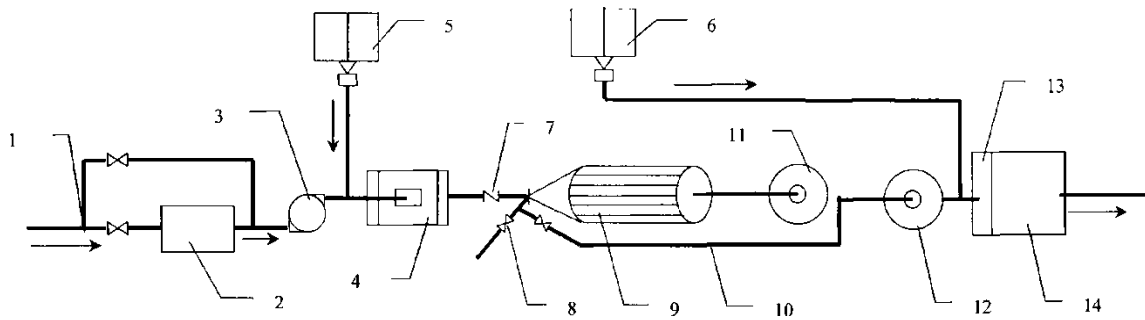
Таблиця 1

Капіталовкладення по зрівнювальним варіантам

№	Найменування показників	Одиниця вимірювання	Пропоновані Варіанти		Базовий варіант
			Варіант 1	Варіант 2	ВО-«Струя»-СФ
1.	Загальні капіталовкладення: у тому числі:	тис. грн	66158,0	75935,0	201935,8
	-будівельно-монтажні роботи	«-»	38950,0	41306,0	111796,0
	-обладнання	«-»	27208,0	34629,0	90139,8
2.	Питомі капіталовкладення	грн/м ³ ман/м	906,27	1040,20	2766,24

Експлуатаційні витрати складаються з наступних статей: заробітна плата обслуговуючого персоналу з відрахуваннями на соціальне страхування, енергетичні витрати, витрати на реагенти (якщо передбачається реагентне очищення води), амортизаційні відрахування, витрати на поточний ремонт та інші витрати.

Витрати на утримання обслуговуючого персоналу визначено на основі нормативних рекомендацій (виходячи з фактичного штату обслуговуючого персоналу на вузлі або станції водоочищення). Режим роботи водоочисних станцій прийнято тримінім, а штат періодичного спостереження.



**Рис. 1. Принципова схема технологічного процесу очищення високомутної води-
Вертикальний відстійник – «Струя» – Сорбційний фільтр:**

1 – вихідна вода; 2 – приймальний бак; 3 – насос; 4 – вертикальний відстійник; 5 – блок реагентів; 6 – блок обеззараження; 7 – зворотний клапан; 8 – операційна засувка; 9 – тонкошаровий відстійник; 10 – обвідна лінія; 11 – фільтр; 12 – сорбційний фільтр активного вугілля; 13 – промивний відсік; 14 – бак водонапірної вежі. у складі 1,0 одиниці (перший пропонований варіант) та 1,5 одиниць (другий пропонований варіант), у базовому варіанті – 2,0 одиниць оператора (Робочого) за зміну при продуктивності 200 м³/добу.

Середня зарплата робочих приймалася за штатом 18 тис. грн [24]. Експлуатація та контроль роботи водоочисних станцій включає операції з пуску насосів, керування технологічними параметрами установок за допомогою необхідних контрольно-вимірювальних пристроїв.

Додаткову зарплату прийнято у розмірі 8% від основної. До неї входять оплата основних та додаткових відпусток, оплата за роботу у нічну зміну та ін.

Відрахування на соціальне страхування прийнято у розмірі 22% від річного фонду заробітної плати.

Витрати електроенергію визначено так.

Річний витрата електроенергії, що витрачається на роботу насосів, про визначається за їх середнім питомим споживанням на підйом 1 м³ води згідно з [33] формулами:

$$\rho = 0,00273H/\eta, \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^3;$$

$$\rho_{\text{сп}} = 0,01 \sum_i P_i \rho_i; \tag{1.5}$$

1.6

$$\mathcal{E} = Q_{\text{сп.сут}} \cdot n \cdot \rho_{\text{сп}} \cdot \delta, \tag{1.7}$$

де:

ρ – Питома витрата електроенергії, кВт-год;

H – необхідна висота для підйому 1 м води, м;

η – коефіцієнт корисної дії насоса, що дорівнює 0,58;

P – годинна подача насосів у % від добової витрати;

ρ – питома витрата електроенергії в даний час, кВт-год;

$\rho_{\text{сп}}$ – середня питома витрата електроенергії, кВт-год;

\mathcal{E} – річна витрата електроенергії, грн;

Q – середньодобове водоспоживання населеного пункту, м³/добу;

n – число днів на рік;

δ – вартість 1 кВт-год електроенергії.

Враховуючи витрати на електроенергію під час очищення води електрохімічним окисленням 0,44 – та встановленої потужності насоса марки ГНОМ 16-16 N=1,1 кВт, річні витрати на електроенергію за першим варіантом становлять: 41756 кВт/рік.

За вартості 1 кВтг електроенергії 1,54 грн, річні витрати на електроенергію складуть:

Експлуатаційні витрати за порівнюваними варіантами, тис. грн на рік 41756 кВт/рік x 1,54 = 6405,37 тис. грн. (табл. 2).

Таблиця 2

Експлуатаційні витрати за варіантами

№	Найменування показників	Пропоновані варіанти		Базовий варіант
		Варіант 1	Варіант 2	ВО – «Струмись»-СФ
1.	Зарплата обслуговуючого персоналу	6480,0	9720,0	12960,0
2.	Додаткова заробітна плата працюючих	518,4	777,6	1036,8
3.	Витрати на соціальне страхування	1425,6	2138,4	2851,2
4.	Витрати електроенергію	6405,37	7614,78	12008,2
5.	Витрати на реагенти	–	–	1401,6
6.	Амортизаційні відрахування	4631,06	5315,45	14135,5
7.	Витрати на поточний ремонт	661,58	759,35	2019,36
8.	Інші витрати	774,55	1050,51	1611,71
9.	Усього експлуатаційні витрати	20896,56	27376,09	47981,37

Аналогічно, за другим варіантом при використанні насоса марки ГНОМ 25–20, при встановленій потужності N=2 кВт, річні витрати на електроенергію становитимуть: 7614,776 тис. грн.

Амортизаційні відрахування прийнято 7,0%, а витрати на поточний ремонт становлять 1,0% від загальних капіталовкладень [12, 24].

Як очевидно. капіталовкладення за пропонованими варіантами в 2,6–3,0 рази менше, а експлуатаційні витрати та про собівартість 1 м³ очищеної води знижуються у 1,7–2,3 рази. При цьому наведені витрати стають у 2,0–2,5 рази менше, ніж за базовим варіантом.

Очікуваний річний економічний ефект від застосування запропонованих технологічних схем очищення води визначався за такою формулою:

$$\mathcal{E} = P_1 - P_2 = [(S_1 + E_H \cdot K_1) - (S_2 + E_H \cdot K_2)], \quad 1.8$$

де P_1 і P_2 – річні наведені витрати за базовим та новим варіантами, тис. грн;

S – собівартість річного обсягу виробництва продукції за базовим та новим варіантами, тис. грн;

E_H – нормативний коефіцієнт ефективності (0,15);

K – капітальні вкладення за базовим та новим варіантами, тис. грн.

Таким чином, очікуваний річний економічний ефект від застосування нових плавучих водоочисних установок продуктивністю 200 м³/добу в першому варіанті:

$$E=[(47981,37+0,15 \times 201935,8)-(20896,56+0,15 \times 66158,0)]=474510,48 \text{ тис. грн.}$$

у другому запропонованому варіанті:

$$E=[(47981,37+0,15 \times 201935,8)-(27376,09+0,15 \times 75935,0)=395050,4 \text{ тис. грн.}$$

Отже, очікуваний річний економічний ефект від застосування плавучих водоочисних установок у першому варіанті, що пропонується, становить 474510,48 тис. грн, а в другому варіанті – 395050,40 тис. грн.

Високі показники економічної ефективності запропонованих технологічних схем очищення високомутних вод, що містять техногенні домішки, із застосуванням плавучих водоочисних установок в основному пов'язані зі значним спрощенням технологічного процесу очищення води. При цьому забезпечується компактність водоочисних установок, досягається значна економія металу та спрощується експлуатація всього комплексу станції обробки води.

Застосування плавучої водоочисної установки забезпечує високий економічний ефект також за рахунок скорочення капіталовкладень у будівництво споруд, що здійснюють очищення у дві стадії: попереднє освітлення на місці забору води з поверхневого джерела та відстоювання та фільтрування на суші. При цьому площі під споруди скорочуються в 10–15 разів, виключається необхідність у будівництві до споруд для збору, обробки та утилізації осаду.

У цьому повністю скорочується використання майданчика шламонакопичувачів, тобто. вивільняється значна площа земель та запобігається забруднення підземних вод, а також поверхневого стоку вододжерел.

Визначено техніко-економічну ефективність застосування плавучих водоочисних установок у системі безстічних технологічних схем очищення води у двох варіантах. Встановлено, що капіталовкладення за пропонуваними варіантами в 2,7–3,0 рази менше, а експлуатаційні витрати та собівартість 1 м очищеної води знижуються в 1,7–2,3 рази.

При цьому наведені витрати стають у 2,0–2,5 рази меншими, ніж за базовим варіантом.

Очікуваний річний економічний ефект щодо запропонованих варіантів там становить відповідно 474510,48 тис. грн та 395050,4 тис. грн.

Високі показники економічної ефективності запропонованих технологічних схем переважно пов'язані зі значним спрощенням технологічного процесу очищення високомутних вод. При цьому забезпечується компактність водоочисних установок, досягається значна економія металу та спрощується експлуатація всього комплексу станції обробки води.

Вивчено основні фізико-механічні та хіміко-мінералогічні властивості води, а також санітарно-бактеріологічний та гідробіологічний склад води рр Десни та Снов. Встановлено, що каламутність води рр Десни та Снов під час паводків сягає 5–10 г/л та більше. Відмінна особливість динаміки зміни каламутності - зміна вмісту завислих речовин протягом доби і навіть годин від середнього значення (1,95 г/л) до максимального (10 г/л). Переважними у складі завислих речовин цих річок є різновиди адсорбційних глинистих частинок, у тому числі монтморилонітових глин, вміст яких у вихідній воді досягає 20...30%. Ці частинки мають підвищені фізико-хімічні обмінні здібності по відношенню до неглинистих частинок та істотно впливають на агрегативну стійкість зважених частинок. Для обґрунтування безреагентних технологій очищення високомутних вод на основі аналізу та інформації про якість води р. Десни та р. Снов за період 2013–2019 рр. складено базу даних, розроблено програмний продукт у вигляді динамічних рядів, на основі яких визначено розрахункові концентрації характерних забруднюючих речовин техногенного походження.

На базі відомих теоретичних розробок і експериментальних досліджень автора обґрунтована комбінована безреагентна технологія підготовки питної води з високомутних вододжерел, що містять техногенні (антропогенні) домішки, що полягає в передочистці

поверхневих вод у водозабірному ковші-відстійнику, в кінцевій частині якого розміщена тонкодисперсні та колоїдні суспензії, а очищення від розчинених мінеральних та органічних сполук, у тому числі техногенного походження, здійснюється наступним електрохімічним окисненням в електролізері засипного типу та сорбційною доочищенням на фільтрах з гранульованого активного вугілля.

Вивчено закономірності відстоювання води в ковші-відстійнику з системою його примусового промивання. Встановлено, що при каламутності вихідної води до 5000 мг/л та продуктивності установки «Пліт-фільтр» до 1500 м³/добу, ефективність відстоювання вод з різною концентрацією та гідравлічною крупністю суспензії у вихідній воді зі збільшенням довжини відстоювання від 40 до 100 метрів зростає незначно (40–52%).

Результатами експериментальних досліджень визначено основні технологічні параметри роботи установок «Пліт-фільтр» за каламутності вихідної води, що надходить на неї до 4–5 г/л, питомої.

На основі теорій розмірностей та методів подібності отримано розрахункові залежності ступеня освітлення води від основних технологічних та конструктивних параметрів установки «Пліт-фільтр», що працює в безреагентному режимі. Встановлено необхідні параметри промивання установки: інтенсивність низхідного потоку – 10–12 л/см², тривалість промивання до 4 хвилин, відносне розширення завантаження при промиванні – до 35%.

Вивчено закономірності електрохімічного окиснення мало концентрованих органічних сполук в електролізерах засипного типу, визначено впливи питомих гідравлічних навантажень та електрохімічних характеристик електролізерів на ефективність окиснення та вилучення техногенних домішок. На основі експериментальних досліджень було встановлено, що залежно від питомих витрат електрики в межах 0,05–0,1 А г/л ефект очищення за окиснюваністю досягає 13–45%, а за ГПК 35–69%.

Досліджено режим промивання електролізера, а також режими промивання та регенерації сорбційних блоків водоочищення. Встановлено, що найбільш ефективним методом регенерації активного вугілля є електрохімічна регенерація, заснована на використанні активного вугілля безпосередньо як насипний анод, а розчину хлориду натрію – як електроліт. В даному методі активне вугілля досить стійке до руйнування при електролізі в розчинах солей лужних металів.

Розроблено п'ять варіантів технологічних схем безреагентної глибокої очистки високомутних вод, що містять техногенні домішки, для різних продуктивностей (до 1000 м³/добу) і вмісту суспензії у вихідній воді (до 5–10 г/л і більше), що відрізняються місцем розташування блоків електрохімічного окиснення, сорбційного доочищення додаткового ступеня інертних зернистих фільтрів. На 4 конструкції установок та технологічних схем отримані авторські свідоцтва та патенти на винаходи.

Розроблено структурні та математичні моделі програми розрахунку для вирішення завдань щодо визначення оптимальних параметрів управління основними блоками технологічної схеми: Ківш-відстійник; «Пліт-фільтр-електролізер»; Сорбційний фільтр – та вирішено завдання оптимізації управління безпосередньо установкою «Пліт-фільтр».

Визначено техніко-економічну ефективність застосування плавучих водоочисних установок у системі технологічних схем безреагентного очищення води у двох варіантах. Встановлено, що капіталовкладення; пропонувані новими технологіями в 2,7–3,0 рази менше, а витрати та собівартість 1 м³ очищеної води в 1,7–2,3 менше у порівнянні з базовим варіантом: Вертикальний відстій «Струя» – Сорбційний фільтр.

Отже, вивчено основні фізико-механічні та хіміко-мінералогічні властивості води, а також санітарно-бактеріологічний та гідробіологічний склад води р. Десни та Снов. Встановлено, що каламутність води річок Десни та Снов під час паводків сягає 5–10 г/л та більше. Відмінна особливість динаміки зміни каламутності – зміна вмісту завислих речовин протягом доби і навіть годин від середнього значення (1,95 г/л) до максимального (10 г/л).

Переважаючими у складі завислих речовин цих річок є різновиди адсорбційних глинистих частинок, у тому числі монтморилонітових глин, вміст яких у вихідній воді досягає 20...30%. Ці частинки мають підвищені фізико-хімічні обмінні здібності по відношенню до неглинистих частинок і істотно впливають на агрегативну стійкість зважених частинок. Для обґрунтування безреагентних технологій очищення високомутних вод на основі аналізу та інформації про якість води річок Десни та Снов за період 2013–2019 рр. складено базу даних, розроблено програмний продукт у вигляді динамічних рядів, на основі яких визначено розрахункові концентрації характерних забруднюючих речовин техногенного походження.

На базі відомих теоретичних розробок і експериментальних досліджень обґрунтована комбінована безреагентна технологія підготовки питної води з високомутних вододжерел, що містять техногенні (антропогенні) домішки, що полягає в передочистці поверхневих вод у водозабірному ковші-відстійнику, в кінцевій частині якого розміщена тонкодисперсна та колоїдна суспензія, а очищення від розчинених мінеральних та органічних сполук, у тому числі техногенного походження, здійснюється наступним електрохімічним окисленням в електролізері засипного типу та сорбційною доочищенням на фільтрах з гранульованого активного вугілля.

Вивчено закономірності відстоювання води в ковші-відстійнику з системою його примусового промивання. Встановлено, що при каламутності вихідної води до 5000 мг/л та продуктивності установки «Пліт-фільтр» до 1500 м³/добу, ефективність відстоювання вод з різною концентрацією та гідравлічною крупністю суспензії у вихідній воді зі збільшенням довжини відстоювання від 40 до 100 метрів зростає незначно (40–52%).

Результатами експериментальних досліджень визначено основні технологічні параметри роботи установок «Пліт-фільтр» за каламутності вихідної води, що надходить на неї до 4–5 г/л, питомої.

Вивчено закономірності електрохімічного окиснення малоцентрованих органічних сполук в електролізерах засипного типу, визначено впливи питомих гідравлічних навантажень та електрохімічних характеристик електролізерів на ефективність окиснення та вилучення техногенних домішок. На основі експериментальних досліджень було встановлено, що залежно від питомих витрат електрики в межах 0,05–0,1 А-г/л ефект очищення за окислюваністю досягає 13–45%, а за ГПК 35–69%.

Досліджено режим промивання електролізера, а також режими промивання та регенерації сорбційних блоків водоочищення. Встановлено, що найбільш ефективним методом регенерації активного вугілля є електрохімічна регенерація, заснована на використанні активного вугілля безпосередньо як насипний анод, а розчину хлориду натрію – як електроліт. В даному методі активне вугілля досить стійке до руйнування при електролізі в розчинах солей лужних металів.

Розроблено п'ять варіантів технологічних схем безреагентної глибокої очистки високомутних вод, що містять техногенні домішки, для різних продуктивностей (до 1000 м³/добу) і вмісту суспензії у вихідній воді (до 5–10 г/л і більше), що відрізняються місцем розташування блоків електрохімічного окиснення, сорбційного доочищення додаткового ступеня інертних зернистих фільтрів. На 4 конструкції установок та технологічних схем отримані авторські свідоцтва та патенти на винаходи.

Річний економічний ефект за варіантами технологічних схем «Пліт-фільтр – електролізер» – Сорбційний фільтр та «Пліт-фільтр БНФ-НІМІ-2» – склав відповідно 474510,48 тис. грн і 395050,4 тис. грн.

References

1. Sakizo, P. R., Suffet, J. H. James, P. Jr. (2017). Design and operational experiences with 1 activated carbon adsorbers: treatment of delaware river water. *Proc. 41 st. Innd Waste. Conf, West Lafayette 7/8, 171–365.*

2. Cote, P., Clow, V. (2017). Clazemont water treatment plant design and construction. *JN Enge Water Works Assoc*, 97(1), 65–72.
3. Do, J. S., Yeh, W. C. (2017). *J. Appl, Electrochem*, 26(6), 673.
4. Duguet, J. P. (2014). *Techn., sci., meth*, 3, 237-239.
5. Adams, J. Q., Clark, R. M., Lykins, B. W. (2019). GAC treatment cost experience at 2 drinking water utilities. *J. Environ. Eng.*, 11(4), 944–961.
6. Gaida, R. (2006). Über den Betrieb einer indllstridlen Brauchwasseraufbereitung Forum fur Umwebthygiene, *Bd. 1(7)*, 200–202.
7. Ganbarov, E. S. (2017). Flow Technology of High – Muddy Natural Waters Purification WPMC-97. *International conference on water prob lems в mediterranean countries*. North Cyprus: Nicosia.
8. Harrington, G. W., Di Giano, F. A. (2011). Adsorption equilibria of 1 latural organic matter after ozonation. *American Water Works Association Journal*, 81(6).
9. John, W. K. (2016). Review of Sludge Disposal practices. *Journal American Water Works Association*, 5, 225–231.
10. Lykins, B. W., Clark, R. M., Adams, J. A. (2019). *Water Works Assoc*, 80, 85–92.
11. Masschelein, W. I. (2019). *El Iviron. Pathol, Toxicol, i Oncol*, 7/8, 101–109.
12. Monarca, S., Meier, J. R., Rull, R. J. (2017). *Water Res*, 17(9), 1015–1026.
13. Noot, D. K., Anderson, W. B., Daignault, S. A. (2011). *Al. 1. Amer. Water Works Assoc.*, 81(9), 87–102.
14. Ozaki, M. (2014). *J. Jap Water Works Assoe.*, 64(10), 34–37.
15. Glaze, W. H., Waliace, I. L., Wilcox, D. O. (2017). Pilot scale evaluation oi ozone – granular active carbon combinations for trihalomethane precursor removal. *Trest Water Granular Activ, Carbon, Sump., 181 st Meet., Amer Chem. Soc., Atlanta, Ga. Washington DC*, 303–318.
16. Salotto, B. V., Fanel, J. B., Dean, R. B. (2006). Utility Sludge On Activated Sludge Process. *Jonmal AWWA*, 5(6).
17. Sander, R. (2019). Effect of pre – chlorination on activated carbon adsorption. *J. Environ. Pathol., Texicol, i Oncol*, 7/8, 339–350.
18. Schulhaf, P. (2019). Potable de Choisy - le – Roi. *Eau, ind., nuisances*, 112, 29–30.
19. Seelans, T. J. (2019). Design and Operation of Slow Sand Filter. *Journal AWWA*, 78(12), 35–41.
20. Singer, P. C. (2011). Assessing ozonation research of water treatment. *American Water Works Association Journal*, 82(10).
21. Thames opens WTW. (2013). *Water and Waste Treat*, 36(11).
22. Vander Hock, G. P., Graveland, A. (2013). Water Supply Syst: New Technol: *Proc. NATO Adv. Study Inst. “New Technol. Large Water Sypply Proj.” (Varna, Oct. 24-Nov. 4, 2013)*, 185–198.
23. Werner, P. (2017) Untesuchungen der Aktivkohlefiltration zur Trinkwas seraufbere itung. *Veroff. Bereichs und Lehrstuhls Wasserchem. Und DVGW - Forschungsste Ile Engler - Bunte – Inst. Vniv. Karlsruhe*, 19, 139.

СУЧАСНІ АСПЕКТИ ПРИРОДНИЧОЇ МУЗЕОЛОГІЇ НА ПРИКЛАДІ МУЗЕЮ ЗООЛОГІЇ ІМЕНІ М. Ф. КОВАЛЯ

Леся Мороз

канд. біол. наук, доцент кафедри біології та здоров'я людини,
Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини
ORCID: 0000-0002-2007-5443
E-mail: lesamistrukova72@qmail.com

Любов Соболєнко

канд. біол. наук, доцент кафедри біології та здоров'я людини,
Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини
ORCID: 0000-0003-1196-4772
E-mail: sobolenko@ukr.net,

Світлана Сорокіна

канд. біол. наук, доцент кафедри біології та здоров'я людини,
Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини
ORCID: 0000-0001-8155-001X
E-mail: s.i.sorokina@ukr.net

Переслідуючи мету вшанувати пам'ять видатного вченого М. Ф. Ковалю, одночасно ми переслідували ідею систематизувати колекції, виставити їх на всезагальний показ та змусити їх працювати на навчальний процес. На сьогодні музей зоології є науковою, навчальною, культурно-освітньою, виховною та природоохоронною структурною одиницею Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини. Подальша робота буде спрямована на збереження, оновлення та поповнення фондів музею зоології імені М.Ф. Ковалю, публікування статей, монографій і навчальних посібників, підготовку матеріалів дисертацій та використання його фондів в освітньому процесі.

Ключові слова: музей зоології імені М. Ф. Ковалю; музейні фонди; наукова робота; навчальна практика; експедиція; ентомологічна колекція; фіксований об'єкт.

MODERN ASPECTS OF NATURAL MUSEOLOGY ON THE EXAMPLE OF THE MUSEUM OF ZOOLOGY NAMED BY M. F. KOVAL

Lesia Moroz

candidate of biological sciences, associate professor at the department of biology and human health, Pavlo Tychyna Uman state pedagogical university
ORCID: 0000-0002-2007-5443
E-mail: lesamistrukova72@qmail.com

Liubov Sobolenko

candidate of biological sciences, associate professor at the department of biology and human health, Pavlo Tychyna Uman state pedagogical university
ORCID: 0000-0003-1196-4772
E-mail: sobolenko@ukr.net

Svitlana Sorokina

candidate of biological sciences, associate professor at the department of biology and human health, Pavlo Tychyna Uman state pedagogical university
ORCID: 0000-0001-8155-001X
E-mail: s.i.sorokina@ukr.net

In pursuit of the goal of honoring the memory of the outstanding scientist Mykola Koval, at the same time we pursued the idea of systematizing collections, putting them on a general show and using them in the educational process. Today the Zoological Museum is a scientific, educational, cultural and environmental subdivision of Pavlo Tychyna Uman State Pedagogical University. In its activities, the Museum of Zoology is guided by the Statute of the University, the Framework of the Scientific Researches of the University, the main normative and methodological documents governing the university research work, the rules of the internal order of the University, the Framework of the Museum of Zoology. The museum presents objects typical for institutions of this direction: stuffed birds, entomological collections, fixed objects. The museum has about 400 species of vertebrates and invertebrates. To register existing zoological specimens, an electronic catalog has been created, which lists the Latin and Ukrainian taxonomic names and the place of the object collection. The museum is the base for research work of research staff, PhD students and students. It is also used for conducting Olympiads of different levels in biology and ecology among schoolchildren and students. The best students of problem groups, along with teachers, are members of the Ukrainian Society for the Protection of Birds and the Ukrainian Entomological Society. They also are participants in ornithological expeditions. The Museum of Zoology named after Mykoly Koval collaborates with the Institute of Zoology named after I. Schmallhausen of the National Academy of Sciences of Ukraine. Further work will be aimed at preserving, updating and replenishing the funds of the Museum of Zoology named after Mykoly Koval, publication of articles, monographs and manuals, preparation of dissertation materials and involvement in the study of its exhibits a wide range of pupils and students of our region.

Keywords: *the Museum of Zoology named after Mykoly Koval; museum funds; scientific work; educational practice; expedition; entomological collection; fixed object.*

Пріоритетним напрямом роботи музею зоології імені М. Ф. Ковалю є науково-освітня діяльність, спрямована на формування природничо-екологічного світогляду. За використання різних форм експозиційної та науково-просвітницької роботи залучаються музейні фонди. Музейна педагогіка є науковою основою освітньо-виховного процесу.

Музей зоології на основі фондів матеріалів сприяє навчальному процесу, а також надає допомогу здобувачам вищої освіти під час проходження педагогічної практики, забезпечує наочністю загальноосвітні школи регіону [8]. Викладачами кафедри біології та здоров'я людини під час проведення лекційних та лабораторних занять, навчальних практик з циклу біологічних дисциплін використовуються колекційні фонди музею. На базі музею здійснюється науково-дослідна робота викладачів, аспірантів і здобувачів вищої освіти, а також проводяться олімпіади з біології та екології серед здобувачів освіти.

Мета статті: розкрити особливості сучасних аспектів природничої музеології на прикладі музею зоології імені М. Ф. Ковалю.

На факультеті природничої освіти та природокористування значна увага приділяється науковій роботі із зоології. За останні 50 років, під час експедиційних досліджень та польових практик із студентам, такими видатними зоологами, як Фальтесон Марія Йосипівна, Корнієнко Ольга Петрівна, Іщенко Катерина Миколаївна, Данилюк Андрій Панасович, Коваль Микола Федорович, Ткаченко Анатолій Костянтинович, Гончаренко Ганна Євдокимівна був зібраний великий науковий матеріал. Це і стало головною передумовою створення нашого музею. Враховуючи досвід створення зоологічних музеїв Полтавського національного педагогічного університету імені В. Г. Короленка, Житомирського державного університету імені Івана Франка та взявши на озброєння поради фахівців Національного зоологічного музею НАН України, Уманського краєзнавчого музею наказом ректора № 30 від 23 січня 2015 року було створено новий науковий структурний підрозділ – музей зоології імені М. Ф. Ковалю (рис. 1). Відтоді музей став науково-навчальним та культурно-просвітницьким підрозділом університету, який створений з метою вивчення рідкісних і типових видів регіональної фауни [19–21].

Микола Федорович Коваль та Анатолій Костянтинович Ткаченко – природодослідники, авторитетні вчені в галузях орнітології та ентомології, яких шанували в Україні як знайомих фахівців і працьовитих науковців. М. Ф. Коваль вперше описав птахів дендрологічного парку «Софіївка» [1–6].



Рис. 1. Микола Федорович Коваль та Анатолій Костянтинович Ткаченко – засновники музейних фондів

У своїй діяльності музей зоології керується Статутом Університету [17], основними нормативно-методичними документами, що регламентують науково-дослідну роботу університету, положенням про музей зоології [8].

У музеї представлені, характерні для установ такого напрямку об'єкти: опудала птахів, ентомологічні колекції, фіксовані об'єкти (рис. 2, 3).



Рис. 2. Фонди безхребетних тварин

У фондах музею нараховується близько 400 видів хребетних і безхребетних тварин. Серед експонатів є види звичайні для нашого регіону, такі як ворона сіра (*Corvus cornix*), грак (*Corvus frugilegus*), галка (*Corvus monedula*), бабка блискуча (*Calopteryx splendens taurica*) та ін., і є види занесені до Червоної книги України: орел степовий (*Aquila nipalensis*), кіт дикий (*Felis silvestris*) (якого залишилося всього біля 200 особин на території Карпат), жук-олень (*Lucanus cervus*), вусач мускусний (*Aromia moschata*), райдужниця велика (*Apatura iris*). Ми пишаємося нашою колекцією тропічних метеликів, що постійно

поповнюється за рахунок нових екземплярів, колекцією пташиних яєць, яка була зібрана та оброблена здобувачами вищої освіти під час навчальних практик із зоології [8].



Рис. 3. Фонди хребетних тварин

У музеї створено каталог видів, які зібрані у фондових колекціях.

Музей зоології відвідують не лише здобувачі вищої освіти нашого університету, гості з інших університетів, вихованці еколого-натуралістичного центру м. Умані та ін. (рис. 4).



Рис. 4. Просвітницька робота із здобувачами освіти м. Умані

Експерсії проводяться науковим керівником музею кандидатом біологічних наук, доцентом кафедри біології та здоров'я людини Л. М. Мороз. Здобувачі освіти знайомляться з тваринним світом Черкащини та інших регіонів України, з екзотичними видами тварин (рис. 5).

На факультеті природничої освіти та природокористування традиційно (1 квітня) проводиться День зустрічі птахів, активну участь в якому беруть вчителі та здобувачі освіти міста Умані та району. Мета цієї акції – виховати у молодого покоління ціннісне ставлення до біорізноманіття, проводити природоохоронну роботу щодо збереження орнітофауни.



Рис. 5. Здобувачі освіти під час екскурсії

Працівниками бібліотеки УДПУ постійно організовується цікава виставка орнітологічної літератури. Викладачі та здобувачі вищої освіти мали можливість ознайомитися із науковою літературою, яка нещодавно поповнила фонди бібліотеки. Також цікаво було познайомитися із архівними фондами минулого століття (рис. 6).



Рис. 6. Співпраця музею із бібліотекою УДПУ

У разі відсутності можливості проведення в очному форматі екскурсій та природоохоронних акцій, вищезазначені заходи відбуваються у вигляді відеоконференцій (рис. 7).

Під час навчальної (польової) практики на конкретних прикладах здобувачі вищої освіти пізнають загальні і окремі закони діалектики природи, явища конвергенції і дивергенції ознак, біологічного прогресу, основ еволюції. Вони знайомляться з сучасними поглядами на структуру і функцію біогеоценозів, складністю і рівнями організації живої матерії, з особливостями екології окремих видів, чим закладаються основи для вивчення таких освітніх компонентів: зоологія, еволюційне вчення, екологія, орнітологія, ентомологія тощо.

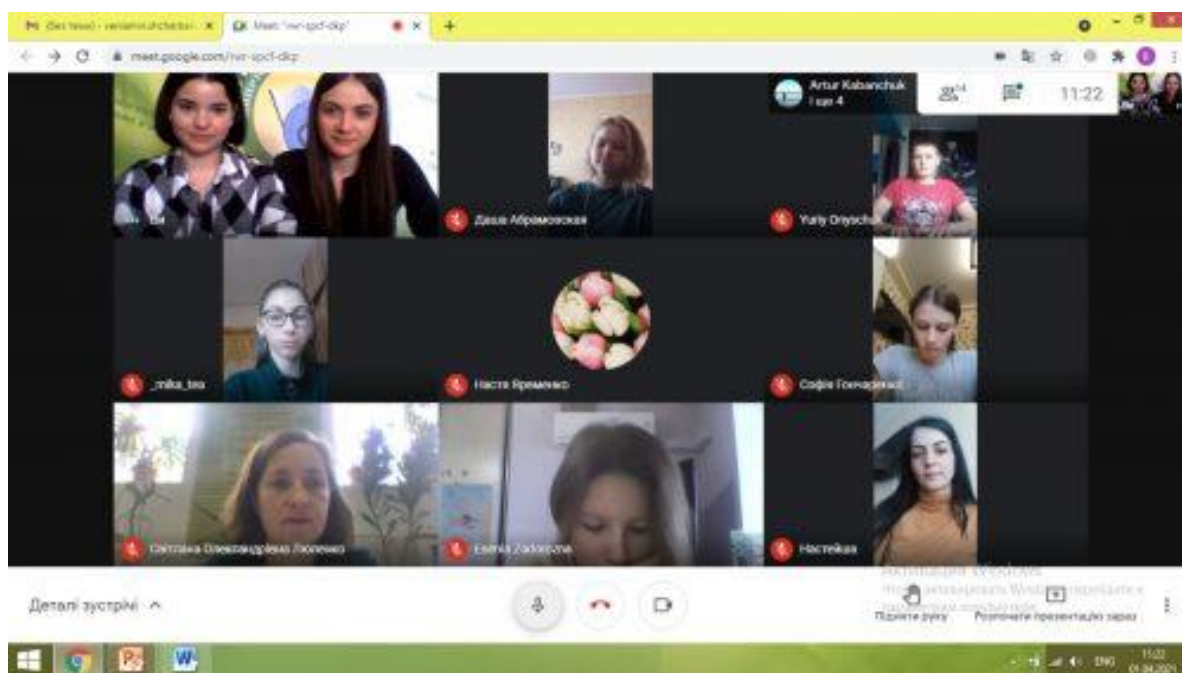


Рис. 7. День зустрічі птахів (відеоконференція).

Такий підхід до вивчення тваринного світу сприяє розширенню знань з існуючих природничих наук, формує світогляд майбутніх вчителів (рис. 8).



Рис. 8. Визначення видового складу ентомофауни під час практики

На базі музею проводиться підготовка здобувачів до участі в олімпіаді з біології. Традиційно, впродовж багатьох років, здобувачі вищої освіти факультету природничої освіти та природокористування беруть активну участь у Всеукраїнській олімпіаді з біології (рис. 9).



Рис. 9. Підготовка до олімпіади з біології

На базі музею працюють три проблемні групи: «Птахи техногенного ландшафту Уманського району: чисельність, структура і організація населення» керівник – доц., к.б.н. Л. М. Мороз, «Вивчення фауністичного різноманіття та причини, що виникають його зміни в екосистемах з різним ступенем техногенного впливу» керівник – доц., к.б.н. Л. Ю.Соболенко, «Біологія у персоналіях» – керівник – доц., к.б.н. С. І. Сорокіна

Кращі здобувачі вищої освіти проблемних груп разом з викладачами є членами Українського товариства охорони птахів та Українського герпетологічного товариства, учасниками орнітологічних та герпетологічних експедицій. Доцент кафедри Л. М. Мороз є постійним членом Українського товариства охорони птахів, яке функціонує як національна громадська природоохоронна організація, що створена у 1994 році і представляє в Україні світову природоохоронну організацію *Bird Life International*. Товариство працює за програмою Міжнародного орнітологічного товариства з центром у м. Лондон (Великобританія) під егідою і за сприяння фонду MATRA Міністерства закордонних справ Королівства Нідерландів (*MATRA Funds of the Ministry of Foreign Affairs*) і Товариства охорони птахів Нідерландів (*Vogelbescherming Nederland*) [18]. До діяльності товариства залучено здобувачів вищої освіти 1 та 2 курсів факультету природничої освіти та природокористування, які протягом року беруть участь у заходах, що проводять в рамках діяльності товариства, а саме у Великих сезонних обліках птахів і Міжнародних днях спостереження за птахами.

Постійно проводяться екскурсії до Уманського краєзнавчого музею, одного з найстаріших музеїв Черкащини. Під час екскурсії здобувачі вищої освіти знайомляться з унікальним музейним фондом, який розповідає про виникнення життя на Землі, геологічну структуру, корисні копалини, річкову систему, ґрунти, клімат, рослинність і тваринний світ Уманщини (рис. 10).



Рис. 10. Співпраця з краєзнавчим музеєм м. Умані

Музей зоології є базою для проведення навчальних занять із зоології для здобувачів вищої освіти та підготовки до захисту науково-дослідницьких робіт членів МАН. Результатом є представлена на конкурс робота учня 9 класу Уманської міської гімназії № 8 Руденка Ігоря Васильовича, керівниками якої є вчителі цієї ж гімназії – І. В. Гаража та Н. В. Потапенко, консультантом кандидат біологічних наук, доцент кафедри біології та здоров'я людини Мороз Леся Миколаївна. Тема роботи: «Особливості утримання L-сомів, вплив абіотичних та біотичних чинників на їх розмноження» (рис. 11).



Рис. 11. Підготовка до першого етапу МАН

З використанням зразків музейного фонду, методичних розробок та іншої наукової літератури здобувачами вищої освіти постійно виконуються курсові та кваліфікаційні роботи, що підтверджується публікаціями [6, 7, 9–16].

Музей зоології імені М. Ф. Коваля співпрацює з Інститутом зоології НАН України ім. І.І. Шмальгаузена та Інститутом фізіології рослин і генетики НАН України. Під керівництвом співробітників інституту (д.б.н., проф. І. А. Акімова, д.б.н. С. В. Межжеріна, к.б.н. В. А. Костюшина, д.б.н. Л. О. Колодочки) були захищені кандидатські дисертації викладачами кафедри біології та здоров'я людини Л. М. Мороз, Л. Ю. Соболенько, С. Л. Грабовської.

Музей зоології активно співпрацює із Національним музеєм зоології НАН України м. Києва, Уманським краєзнавчим музеєм та іншими зоологічними музеями України.

Функціонування музею зоології імені М. Ф. Коваля Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини сприяє науковій та педагогічній діяльності, спрямованій на збереження, оновлення та поповнення фондів музею, публікації статей та навчально-методичної літератури, дисертаційних досліджень, залучення до вивчення його експонатів широкого кола учнівської та студентської молоді нашого регіону.

Ефективність підготовки майбутнього вчителя біології за допомогою музейної педагогіки визначається систематичним підходом до навчання, який включає як академічні заняття з міжпредметною інтеграцією, так і вивчення фондів зоологічного музею під час навчальної практики, та під час самостійної дослідницької діяльності.

Ми бачимо перспективи для майбутніх досліджень у створенні системи підготовки вчителів біології на основі зоологічного музею при навчальних установах, а також у модернізації існуючих матеріалів у шкільних біологічних кабінетах та інших аспектах.

Список використаних джерел

1. Коваль М. Ф., Містрякова Л. М. Дендрологічні парки як екологічні резервати міської фауни. *Старовинні парки і проблеми їх збереження: тези доповідей 2-го міжнародного симпозіуму, присвяченого 200-річчю дендрологічного парку «Софіївка»*. Умань, 1996. 263 с.
2. Коваль М. Ф., Містрякова Л. М. Орнітофауна Черкаської приміської лісової зони «Соснівка». *Роль охоронюваних природних територій у збереженні біорізноманіття: матеріали конференції, присвяченої 75-річчю Канівського природного заповідника*. Канів, 1998. С. 191–192.
3. Коваль М. Ф., Містрякова Л. М. Про залучення студентів природничого факультету педуніверситету та школярів до орнітологічних досліджень. *Екологічні проблеми, шляхи та перспективи їх вирішення в регіонах України: тези доповідей та виступів учасників міжнародної конференції та всеукраїнського екологічного ярмарку*, м. Черкаси, 2000. С. 15–16.
4. Містрякова Л. М. Птахи Уманщини: монографія. Умань: СПД Жовтий О.О., 2012. 162 с.
5. Мороз Л. М., Люленко С. О., Подзерей Р. В. Домінуюча орнітофауна околиць міста Умані: видовий склад та чисельність. *Екологічні науки: науково-практичний журнал*. Київ: Гельветика, 2021. № 2(35). С. 110–116.
6. Мороз Л. М., Трояновська Н. В. Екзотичні тварини, їх біологія та утримання в домашніх умовах. *Інтеграція фундаментальних та прикладних досліджень в географічній, екологічній та хімічній освіті: зб. матеріалів ІХ Всеукраїнської наук.-практ. інтернет-конф.*, 23 листоп. 2023 р. Умань: Візаві, 2023. С. 206–210.
7. Мороз Л. М., Зражевська А. І. Вивчення та збереження видового складу хутрових звірів Черкащини. *Наукові записки екологічної лабораторії УДПУ*. 2023. Вип. 26. С. 82–87.
8. Положення про музей зоології імені М. Ф. Коваля Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини. URL: <https://pgf.udpu.edu.ua/wp-content/uploads/2015/> (дата звернення: 15.12.2023).
9. Соболенько Л. Ю., Тараненко В. С. Внесок М. М. Щербака у розвиток зоології в Україні. *Наукові записки екологічної лабораторії УДПУ*. 2023. Вип. 26. С. 131–134.
10. Соболенько Л. Ю., Шаповал Ю. Е. Історія досліджень біорізноманіття совок України. *Наукові записки екологічної лабораторії УДПУ*. 2023. Вип. 26. С.134–138.
11. Соболенько Л., Данько М. Історія формування сучасного ареалу *Leptinotarsa decemlineata* Say. *Природничі науки в системі освіти: зб. матеріалів Всеукр. наук.-практ. Інтернет-конференції* (м. Умань, 19 трав. 2023 р.). Умань: Візаві, 2023. С. 44–46.
12. Соболенько Л., Кречун К. Історія досліджень лускокрилих фауни України. *Природничі науки в системі освіти: зб. матеріалів Всеукр. наук.-практ. Інтернет конференції* (м. Умань, 19 трав. 2023 р.). Умань: Візаві, 2023. С. 46–49.

13. Соболенко Л. Ю., Артеменко Д. В. Структура твердокрилих у біоценозах Одещини. *Інтеграція фундаментальних та прикладних досліджень в географічній, екологічній та хімічній освіті*: зб. матеріалів ІХ Всеукраїнської наук.-практ. інтернет-конф., 23 листоп. 2023 р. Умань: Візаві, 2023. С. 370–310.
14. Сорокіна С. І., Малюта Н. М. Проблеми рушійних сил антропогенезу. *Природничі науки та освіта*. Умань: Візаві, 2023. С. 177–183.
15. Сорокіна С. І., Кутова З. О. Еволюційні погляди українських вчених щодо сприйняття дарвінізму. Всеукраїнська науково-практична Інтернет-конференція «Природничі науки в системі освіти»: зб. матеріалів Всеукр. наук.-практ. Інтернет конференції (м. Умань, 19 трав. 2023 р.). Умань: Візаві, 2023. С. 49–51.
16. Сорокіна С. І., Хуторянський Д. В. Поняття «ламаркізм» у біології ХХ ст. Інтеграція фундаментальних та прикладних досліджень в географічній, екологічній та хімічній освіті: зб. матеріалів ІХ Всеукраїнської наук.-практ. інтернет-конф., 23 листоп. 2023 р. Умань: Візаві, 2023. С. 318–322.
17. Сорокіна С. І., Хоченкова С. А. Напрями розвитку еволюційної біології в Україні. Інтеграція фундаментальних та прикладних досліджень в географічній, екологічній та хімічній освіті: зб. матеріалів ІХ Всеукраїнської наук.-практ. інтернет-конф., 23 листоп. 2023 р. Умань: Візаві, 2023. С. 327–332.
18. Статут Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини. URL: <https://udpu.edu.ua/documents/doc> (дата звернення: 15.12.2023).
19. Moroz L. M., Liulenko S. O., Andriienko O. D., Sorokina S. I., Budchenko I. Ye., Norchenko V. I. Summer birds in suburban habitats of Uman (Central Ukraine). *Ukrainian Journal of Ecology*. 2021. Vol. 11, № 3. P. 90–97.
20. Liulenko S, Honcharuk V., Podzerei R., Moroz L. Identification and discussion of strategies for the future natural science teachers' training to conservation activity. *Pedagogy And Education Management Review*. 2022. Vol. 3(9). P. 13–20.
21. Sorokina S., Sobolenko L., Moroz L. Use of educational training in the professional training of future biology teachers in the study of human and animal anatomy and physiology. *Pedagogy and Education Management Review (PEMR)*. 2023. Vol. 1(11). P. 51–57.

References

1. Koval M. F., Mistriukova L. M. (1996). Dendrolohichni parky yak ekolohichni rezervaty miskoi fauny. *Ancient parks and problems of their preservation: abstracts of the 2nd international symposium dedicated to the 200th anniversary of the Sofiyivka Dendrological Park*. Uman [in Ukrainian].
2. Koval M. F., Mistriukova L. M. (1998). Ornitofauna Cherkaskoi prymiskoi lisovoi zony «Sosnivka». *The Role of Protected Areas in Biodiversity Conservation: materials of the conference dedicated to the 75th anniversary of the Kaniv Nature Reserve, 191–192* [in Ukrainian].
3. Koval M. F., Mistriukova L. M. (1998). Pro залuchennia studentiv pryrodnychoho fakultetu peduniversitytetu ta shkoliariv do ornitoloichnykh doslidzhen [On the involvement of students of the Faculty of Natural Sciences of the Pedagogical University and schoolchildren in ornithological research]. *Environmental problems, ways and prospects of their solution in the regions of Ukraine: abstracts of reports and speeches of the participants of the international conference and the all-Ukrainian environmental fair, 15–16* [in Ukrainian].
4. Mistriukova L. M. (2012). Ptakhy Umanshchyny. Uman: Zhovtyi O. O. [in Ukrainian].
5. Moroz L. M., Liulenko S. O., Podzerei R. V. (2021). Dominuiucha ornitofauna okolits mista Umani: vydovyi sklad ta chyselnist. *Ekolohichni nauky: nauково-praktychnyi zhurnal*, 2(35), 110–116 [in Ukrainian].
6. Moroz L. M., Troianovska N. V. (2023). Ekzotychni tvaryny, yikh biolohiia ta utrymannia v domashnikh umovakh. *Intehratsiia fundamentalnykh ta prykladnykh doslidzhen v heohrafichnii, ekolohichnii ta khimichnii osviti*, 206–210 [in Ukrainian].
7. Moroz L. M., Zrazhevska A. I. Vyvchennia ta zberezhenia vydovoho skladu khutrovykh zviriv Cherkashchyny. *Naukovi zapysky ekolohichnoi laboratorii UDPU*, 26 [in Ukrainian].
8. Polozhennia pro muzei zoolohii imeni M. F. Kovalia Umanskoho derzhavnogo pedahohichnogo universytetu imeni Pavla Tychyny. URL: <https://pgf.udpu.edu.ua/wp-content/uploads/2015/> [in Ukrainian].
9. Sobolenko L. Yu., Taranenko V. S. Vnesok M. M. Shcherbaka u rozvytok zoolohii v Ukraini. *Naukovi zapysky ekolohichnoi laboratorii UDPU*, 131–136 [in Ukrainian].
10. Sobolenko L. Yu., Shapoval Yu. E. Istoriia doslidzhen bioriznomanittia sovok Ukrainy. *Naukovi zapysky ekolohichnoi laboratorii UDPU*, 134–138 [in Ukrainian].
11. Sobolenko L., Danko M. (2023). Istoriia formuvannia suchasnogo arealu *Leptinotarsa decemlineata* Say. *Pryrodnychi nauky v systemi osvity*, 44–46 [in Ukrainian].
12. Sobolenko L., Krechun K. (2023). Istoriia doslidzhen luskokrylykh fauny Ukrainy. *Pryrodnychi nauky v systemi osvity*, 46–49 [in Ukrainian].
13. Sobolenko L. Iu., Artemenko D. V. (2023). Struktura tverdokrylykh u biotsenozakh Odeshchyny. *Intehratsiia fundamentalnykh ta prykladnykh doslidzhen v heohrafichnii, ekolohichnii ta khimichnii osviti*, 370–310 [in Ukrainian].
14. Sorokina S. I., Maliuta N. M. (2023). Problemy rushiinykh syl antropohenezu. *Pryrodnychi nauky ta osvita*, 177–183 [in Ukrainian].

15. Sorokina S. I., Kutova Z. O. (2023). Evoliutsiini pohliady ukrainskykh vchenykh shchodo spryiniattia darvinizmu. *Vseukrainska naukovo-praktychna Internet-konferentsiia «Pryrodnychi nauky v systemi osvity»*, 49–51 [in Ukrainian].
16. Sorokina S. I., Khutoriatskyi D. V. (2023). Poniattia «lamarkizm» u biolohii XX st. *Intehratsiia fundamentalnykh ta prykladnykh doslidzhen v heohrafichnii, ekolohichnii ta khimichnii osviti*, 318–322 [in Ukrainian].
17. Sorokina S. I., Khochenkova S. A. (2023). Napriamy rozvytku evoliutsiinoi biolohii v Ukraini. *Intehratsiia fundamentalnykh ta prykladnykh doslidzhen v heohrafichnii, ekolohichnii ta khimichnii osviti*, 327–332 [in Ukrainian].
18. Statut Umanskoho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu imeni Pavla Tychyny. URL: <https://udpu.edu.ua/documents/doc> [in Ukrainian].
19. Moroz L. M., Liulenko S. O., Andriienko O. D., Sorokina S. I., Budchenko I. Ye., Norchenko V. I. (2021). Summer birds in suburban habitats of Uman (Central Ukraine). *Ukrainian Journal of Ecology*, 11(3), 90–97 [in Ukrainian].
20. Liulenko S., Honcharuk V., Podzerei R., Moroz L. (2022). Identification and discussion of strategies for the future natural science teachers' training to conservation activity. *Pedagogy And Education Management Review*, 3(9), 13–20.
21. Sorokina S., Sobolenko L., Moroz L. (2023). Use of educational training in the professional training of future biology teachers in the study of human and animal anatomy and physiology. *Pedagogy and Education Management Review (PEMR)*, 1(11), 51–57.

ВИКОРИСТАННЯ МІЖПРЕДМЕТНИХ ЗВ'ЯЗКІВ ПІД ЧАС ВИВЧЕННЯ БІОЛОГІЧНИХ ДИСЦИПЛІН У ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Тетяна Небикова

старший викладач кафедри біології та здоров'я людини,
Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини
ORCID: 0000-0002-6872-617X
E-mail: tania.nebykova@gmail.com

Вікторія Омельченко

викладач кафедри біології та здоров'я людини,
Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини
ORCID: 0000-0002-5933-1985
E-mail: berchak120388@gmail.com

Із огляду на сучасні процеси інтеграції та диференціації наукових і технічних галузей людської діяльності у освіті, ключовою є проблема міжпредметних зв'язків. Це пов'язано з необхідністю інтегрувати знання з різних наукових галузей для усвідомлення цілісності живої природи та тісної взаємодії її із суспільством.

Важливість проблеми міжпредметних зв'язків у сучасних умовах зростає через зниження рівня зацікавленості молоді у різнобічних знаннях з природничої галузі, адже здебільшого виявляють інтерес до конкретного напрямку (біологія, фізика, хімія). Причиною цього є штучний розрив між спорідненими галузями природничих наук. Систематичне застосування міжпредметних зв'язків у освітньому процесі значно підвищує його ефективність, і відповідно, позитивно впливає на навчання та різносторонній розвиток студентів у закладах вищої освіти. Адже, при вивченні особливостей будови та функціонування живих систем, саме міжпредметні зв'язки слугують засобом формування у здобувачів освіти цілісного природничо-наукового світогляду.

Застосування міжпредметних зв'язків під час вивчення біологічних дисциплін дає можливість здійснювати емпіричні та теоретичні узагальнення знань на основі методологічних принципів, розкривати сутність будови та функціонування живої природи оперуючи природничими, соціально-філософськими поняттями та категоріями, що забезпечує формування цілісної природничо-наукової картини світу.

Дослідження особливостей використання міжпредметних зв'язків під час вивчення біологічних дисциплін продиктоване сьогоденням, адже це є важливою передумовою формування фахових компетентностей здобувачів вищої освіти.

***Ключові слова:** міжпредметні зв'язки; біологічні дисципліни; здобувачі вищої освіти; фахові компетентності.*

THE USE OF INTERDISCIPLINARY CONNECTIONS IN THE STUDY OF BIOLOGICAL DISCIPLINES IN HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS

Tetiana Nebykova

senior lecturer at the department of biology and human health, Pavlo Tychyna Uman state pedagogical university
ORCID: 0000-0002-6872-617X
E-mail: tania.nebykova@gmail.com

Viktoriia Omelchenko

lecturer at the department of biology and human health, Pavlo Tychyna Uman state pedagogical university
ORCID: 0000-0002-5933-1985
E-mail: berchak120388@gmail.com

Given the current processes of integration and differentiation of scientific and technical fields of human activity in education, the problem of interdisciplinary connections is key. This is due to the need to integrate knowledge from different scientific fields to understand the integrity of wildlife and its close interaction with society.

The importance of the problem of interdisciplinary connections in modern conditions is growing due to the decline in the level of interest of young people in diverse knowledge in the natural sciences, as they are mostly interested in a specific area (biology, physics, chemistry). The reason for this is an artificial gap between related fields of natural sciences. The systematic use of interdisciplinary connections in the educational process significantly increases its effectiveness, and, accordingly, has a positive impact on the learning and comprehensive development of students in higher education institutions. After all, when studying the peculiarities of the structure and functioning of living systems, it is the interdisciplinary connections that serve as a means of forming a holistic natural science worldview in students.

The use of interdisciplinary connections in the study of biological disciplines makes it possible to carry out empirical and theoretical generalizations of knowledge based on methodological principles, to reveal the essence of the structure and functioning of living nature using natural, social and philosophical concepts and categories, which ensures the formation of a holistic natural and scientific picture of the world.

The study of the peculiarities of the use of interdisciplinary connections in the study of biological disciplines is dictated by the present, as it is an important prerequisite for the formation of professional competencies of higher education students.

Keywords: *interdisciplinary relations; biological disciplines; higher education applicants; professional competencies.*

Сучасний розвиток суспільства характеризується взаємопроникненням окремих галузей знань одна в одну. Це спричинено комплексністю задач, що стоять перед людством, при розв'язанні яких використовуються знання з різних галузей знань.

Постійний, динамічний розвиток науки є передумовою протиріччя, що виникає у сучасній освіті – здобувачеві вищої освіти необхідно опанувати великим обсягом навчального матеріалу з різних галузей, об'єднуючи його в цілісну картину світу. Перед педагогами виникає проблема необхідності створення умов, що сприятимуть «цілісному сприйняттю навчального матеріалу, набуттю навиків практичного використання, формування позитивного емоційного ставлення до процесу пізнання та предмету вивчення» [8, с. 5]. Тому важливою є потреба у формуванні освітнього середовища, що базується на засадах компетентнісного підходу.

За результатами аналізу сучасної практики, ефективній реалізації даного підходу в навчанні здобувачів освіти сприятиме системна і цілеспрямована реалізація в освітньому процесі зв'язків між окремими навчальними предметами – міжпредметних зв'язків. Така необхідність обумовлюється дидактичними принципами, виховними задачами закладу освіти, завданням підготовки студентів до інтеграції у сучасному суспільстві.

Нині, в умовах предметного навчання міжпредметним зв'язкам властиві функції: методологічна, формувальна (навчальна, розвивальна, виховна, комунікативна) та конструктивна (системоутворююча). Вони всебічно впливають на процес навчання – від постановки цілей до його організації й отримання результатів [6, с. 4].

Біологію як навчальну дисципліну можна розглядати дуально, як самостійну дисципліну і водночас матеріал для демонстрації процесів та явищ, які вивчають фізика, хімія, географія. Таким чином знання отримані під час вивчення біологічних дисциплін мають сприяти успішному засвоєнню матеріалу з інших природничих галузей і формувати інтегративний спосіб мислення на основі узагальнених умінь. Такі уміння широко переносяться в інші сфери навчальної та практичної діяльності.

На сьогодні актуальним є дослідження особливостей використання міжпредметних зв'язків під час вивчення біологічних дисциплін адже це є важливою передумовою формування фахових компетентностей здобувачів вищої освіти.

Успішне використання міжпредметних зв'язків у освітньому процесі, на думку вчених та педагогів практиків, має позитивний вплив на якість, ефективність знань здобувачів освіти та сприяє більш вдалій реалізації компетентнісного потенціалу навчальних предметів.

Війчук Т. зазначає, що в основі міжпредметних зв'язків лежить принцип цілісності природи й суспільства та єдності процесів мислення. Під час навчання взаємозв'язок між освітніми предметами відображає об'єктивні міжнаукові зв'язки та виступає засобом інтеграції знань студентів, систематизації, узагальнення уявлень про закономірності розвитку світу [5].

У сучасній педагогічній літературі багато уваги приділяється розгляду змісту поняття «міжпредметні зв'язки», однак єдиного трактування цього поняття немає. Василюк О., зазначає, що педагоги розглядають міжпредметні зв'язки як:

- чинник оптимізації та підвищення продуктивності освітнього процесу;
- засіб формування цілісної наукової картини світу;
- метод, що дає змогу здобувачам освіти застосовувати свої знання на практиці;
- засіб удосконалення процесу викладання, підвищення ефективності виховання, активізації пізнавальних інтересів здобувачів освіти [4].

М. Фіцула пропонує розглядати міжпредметні зв'язки як узгодженість між навчальними дисциплінами, яка сприяє вивченню навчального матеріалу під різним кутом зору. Автор стверджує, що вивчення одних і тих самих фактів і явищ різними науками дає змогу краще дослідити усі аспекти функціонування досліджуваного об'єкта, адже можливості одного предмета сприяють розв'язанню завдань іншого [11].

О. Барановська оцінюючи значення застосування міжпредметних зв'язків у освітньому процесі, виокремила їх дидактичну та світоглядну роль:

- міжпредметні зв'язки сприяють всебічному розвитку здобувачів освіти;
- допомагають глибше пізнати зміст об'єктів вивчення, сприяють свідомішому засвоєнню знань та їхній системності, тобто знання формуються не з окремо взятого предмету, а в межах певного циклу предметів;
- сприяють формуванню наукового світогляду, усвідомленню єдності світу живої природи та розумінню взаємозв'язку між явищами та закономірностями їх розвитку;
- спонукають до освоєння загальних методів мислення та використання прийомів самостійного здобування знань;
- сприяють формуванню вмотивованості до навчання, розвитку пізнавальних інтересів та ціннісно-сміслових орієнтацій [1, 2].

Отже, міжпредметні зв'язки, що розглядаються у змісті навчальних дисциплін, відображають ті взаємозв'язки, які об'єктивно існують у природі та суспільстві й вивчаються науками. Їм притаманний організаційний аспект, адже їх реалізація у освітньому процесі сприяє раціоналізації навчання цілому.

Мета статті: встановити сутність поняття «міжпредметні зв'язки», показати необхідність використання міжпредметних зв'язків під час вивчення біологічних дисциплін у формуванні професійних компетентностей вчителя; визначити способи використання міжпредметних зв'язків у освітньому процесі.

Завдання статті: визначити зміст поняття «міжпредметні зв'язки» як педагогічної категорії; дослідити значення міжпредметних зв'язків для розв'язання ситуацій проблемного змісту під час вивчення освітніх компонент біологічного циклу; розкрити можливість використання міжпредметних зв'язків вчителем біології для успішного здійснення трудової діяльності.

На основі аналізу поняття «міжпредметні зв'язки» у науковій літературі, вважаємо, що це поняття відноситься до педагогічної категорії, описуючи інтеграцію та синтез між об'єктами, явищами і процесами реального світу, що відображається у змісті, формах і методах освітнього процесу, виконуючи когнітивні, розвивальні та виховні функції в їх тісній взаємодії.

Доцільно використані міжпредметні зв'язки реалізують такі принципи навчання: системність, науковість, доступність та формують фахові компетентності.

Для міжпредметних зв'язків характерні ознаки:

- системостворення, сприяють координації інформації, що вивчається та формують уявлення цілісної картини світу;
- передача інформації, направлена поступальний розвиток та узагальнення знань;
- спільний змістовий апарат, виявляється у спільності наукових фактів, використаних методах та характері розумової діяльності;
- організаційний аспект, що полягає у раціоналізації та оптимізації освітнього процесу.

Вбачаємо, що вміння здійснювати інтеграцію, застосовувати міжпредметні зв'язки як під час освітнього процесу, так і під час професійної діяльності є важливим надбанням майбутнього вчителя. У професійному стандарті вчителя чітко визначено мету професійної діяльності, вона полягає в організації процесу навчання та виховання учнів протягом їхнього отримання повної загальної середньої освіти. Досягнення мети полягає: у формуванні в учнів ключових компетентностей та світогляду, які ґрунтуються на загальнолюдських і національних цінностях; у розвитку інтелектуальних, творчих і фізичних здібностей, необхідних для успішної самореалізації та подальшого навчання [10, с. 1].

Для реалізації зазначеної мети вчитель повинен володіти загальними і професійними компетентностями, що необхідні для виконання всіх трудових функцій. Професійним стандартом визначено як трудові функції, які полягають у навчанні учнів предметів чи інтегрованих курсів; партнерській взаємодії з учасниками освітнього процесу; участі в організації здорового та безпечного освітнього середовища; управлінні освітнім процесом; безперервному професійному розвитку, так і професійні компетентності, знання, уміння та навички сучасного вчителя.

Здобувачі вищої освіти першого (бакалаврського) рівня Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини, опановуючи освітньо-професійну програму «Середня освіта (Біологія та здоров'я людини. Хімія) набувають знань, умінь, навичок, що необхідні для здійснення трудової діяльності вчителя закладів загальної середньої освіти.

Освітньо-професійна програма має прикладну орієнтацію в її основу покладено сучасні наукові досягнення у галузі педагогіки, сучасних методик навчання, біології, здоров'я людини, хімії. У програмі звертається увага на проблеми збереження здоров'я людини, охорони довкілля, актуальні напрямки сучасних досліджень у суспільних та природничих науках, традиційні й інноваційні підходи до організації освітнього процесу. Під час реалізації освітньо-професійної програми передбачено розвиток у здобувачів вищої освіти вмінь і навичок у використанні навчальних методик і технологій, матеріально-технічної бази та інформаційно-комунікативних технологій, необхідних для ефективного забезпечення навчання біології, основ здоров'я та хімії у закладах загальної середньої освіти [9].

Освоєння освітніх компонент, передбачених програмою, дає можливість сформувати комплекс загальних та професійних компетентностей, які потрібні у роботі вчителя біології, хімії та інтегрованих курсів природничої освітньої галузі.

Першою серед трудових функцій визначено «Навчання учнів предметів (інтегрованих курсів)». Для її забезпечення вчитель повинен володіти мовно-комунікативною, інформаційно-цифровою та предметно-методичною компетентностями. Вивчаючи дисципліни біологічного циклу, передбачених освітньо-професійною програмою, мають можливість набути знань, умінь, навичок, що необхідні під час навчання учнів біології чи інтегрованих курсів.

Важливо, щоб учитель не лише добре володів теоретичною базою навчальної дисципліни, але й умів передавати знання учням, при цьому спонукаючи їх до активного пізнання, встановлення взаємозв'язків, пояснення явищ та процесів.

Таке вміння педагога показує його здатність здійснювати інтегроване навчання учнів, а саме: успішне використання міжпредметних зв'язків, інтегрування змісту різних освітніх галузей і предметів під час підготовки до уроків та їх проведення; формування розуміння учнями природних зв'язків між різними процесами; удосконалення навичок у розв'язанні практичних завдань, що потребують синтезу знань з різних навчальних дисциплін; стимулювання розвитку системного мислення [10, с. 10].

Освітні компоненти біологічного змісту освітньо-професійної програми забезпечують формування у здобувачів освіти необхідних компетентностей для навчання учнів основних тем, що вивчаються у закладах загальної середньої освіти.

Теми, що передбачені в курсі «Біологія» можна об'єднати у три розділи: «Жива природа, різноманітність та функціонування», «Людина та її життєдіяльність», «Закономірності живої природи». Аналізуючи зміст тем, очікувані результати навчання, можна зробити висновок, що школярі не лише мають знати особливості будови живих систем, але й здійснювати аналіз та оцінку інформації, встановлювати взаємозв'язки між структурою організмів та їх функціонуванням, обґрунтовувати біологічні закономірності, виявляти ставлення до явищ, що відбуваються у живій природі [3].

Для забезпечення усвідомленого сприйняття матеріалу вчитель має використовувати методи, прийоми та засоби навчання, що дають можливість учням використовувати власний досвід, знання, отримані на уроках біології, фізики, хімії, географії, математики, інформатики під час вивчення нової інформації.

Міжпредметні зв'язки не руйнують специфіку біологічних, фізичних, хімічних наук, а скоріш доповнюють і розширюють методи дослідження природи, не порушуючи своєрідності, що характерна їм. Використання елементів фізики та хімії під час вивчення біологічних дисциплін не перетворює їх на біохімію чи біофізику, а допомагає збагатити біологічний зміст курсу, підвищити його науковість. Така інтеграція дозволяє учням краще зрозуміти та усвідомити унікальність процесів життєдіяльності у організмах.

Відповідно підготовка сучасного вчителя біології має передбачати формування здатності вільно володіти методами та технологіями застосування міжпредметних зв'язків у освітньому процесі. Із цією метою викладачі кафедри біології та здоров'я людини організують освітній процес з використанням методів проблемного навчання. Адже, така робота спонукає здобувачів освіти до розумової діяльності під час якої, студенти не лише розглядають певну проблему, а й візуалізують її, порівнюючи та зіставляючи багато суперечливих фактів, визначають причини та наслідки, встановлюють взаємозв'язки опираючись на теоретичні та практичні знання з різних дисциплін природничого та суспільно-наукового циклів.

Використанням міжпредметних зв'язків під час організації проблемного навчання дає можливість науково-педагогічним працівникам кафедри біології та здоров'я людини активізувати освітній процес та формувати навички інтеграції знань у таких варіантах:

- стимулювання необхідності теоретичного пояснення процесів, фактів і явищ, що досліджуються. Наприклад, при розгляді питання щодо фізіології процесів дихання, здобувачам вищої освіти пропонується розглянути ситуацію, де необхідно науково обґрунтувати дії рятувальників під час втрати свідомості людиною (освітній компонент «Фізіологія людини і тварин»);
- розв'язання суперечностей між уявленнями, що виникають з життєвого досвіду, та науковими поняттями щодо цих фактів. Наприклад, опрацьовуючи тему «Фотосинтез» пропонується критично оцінити вислів Томсона, лорда Кельвіна, який жив у Лондоні у другій половині XIX століття щодо загрози людству небезпеки задухи, оскільки в атмосфері накопичується значна кількість вуглекислого газу, який виділяється не лише при диханні живих організмів, а й у результаті діяльності промисловості та транспорту (освітній компонент «Фізіологія рослин»);

- аналіз явищ, фактів, правил, закономірностей, їх порівняння, що створюють основу для формулювання та розв'язання проблемної ситуації. Наприклад, розглядаючи різноманітність рослинного та тваринного світу, здобувачі вищої освіти пояснюють певні особливості організмів: висота рослин мохоподібних на перевищує 50 см; шкіра плазунів суха, немає залоз (освітній компонент: «Систематика рослин», «Зоологія хребетних»);
- спонукання до попереднього узагальнення. Наприклад, вивчаючи питання щодо фізіології процесів травлення здобувачі освіти виконують самостійну роботу «Особливості будови, форми, розміру шлунку і кишечника та їх функціонування» (освітній компонент «Фізіологія людини і тварин»).

Застосовуючи базові біологічні знання та знання з інших природничих наук здобувачі вищої освіти встановлюють причини розвитку та функціонування живої природи, роблять висновок про єдність органічного світу. Сформована база знань дає можливість студентам використовувати їх у повсякденному житті, коли необхідно вирішувати практичні завдання: збереження біологічного різноманіття та балансу в біосфері, участь у заходах з охорони природи, оцінка впливу використання генетично-модифікованих організмів на здоров'я людини і природні екосистеми. Отримані теоретичні знання та практичні навички здобувачі вищої освіти можуть ефективно застосовувати у сфері бізнесу з урахуванням екологічної безпеки та принципів сталого розвитку суспільства.

Використання проблемного підходу у освітній діяльності створює сприятливі умови для підготовки здобувачів вищої освіти до самостійного використання міжпредметних знань. Так, при розв'язанні проблемної ситуації (завдання) у студентів виникає потреба комплексного використання різноманітних знань та застосування умінь самостійно реалізувати міжпредметні зв'язки. Адже, в основі такого завдання лежить навчальна проблема для вирішення якої необхідно застосовувати знання інших освітніх компонент.

Важливим при цьому є дотримання поступовості й систематичності: від постановки та обговорення окремих проблемних питань і розв'язання окремих пізнавальних завдань міжпредметного характеру до систематичного проблемного навчання на основі ускладнення міжпредметних проблем із використанням багатосторонніх зв'язків.

Вважаємо, що застосування міжпредметних зв'язків сприяє досягненню максимальної ефективності формування умінь у здобувачів вищої освіти здійснювати інтеграцію освітнього процесу. А використання проблемного підходу у навчанні допомагає критично оцінювати інформацію, різносторонньо розглядати її, виокремлювати невідоме від відомого, знаходити пояснення фактів, явищ, процесів базуючись на знаннях та досвіді, що були отримані під час вивчення інших освітніх компонент. Інтеграція в освітньому процесі сприяє поповненню активного словника науковими біологічними, фізичними, хімічними термінами, що є важливою передумовою успішної трудової діяльності.

Реалізація міжпредметних зв'язків під час вивчення біологічних дисциплін з використанням проблемного підходу сприяє розвитку в здобувачів освіти навичок та вмінь ефективно сприймати, оцінювати, аналізувати наукову інформацію, виділяти ключові аспекти, успішно застосовувати отримані знання у практичній діяльності.

Для успішного формування фахових компетентностей здобувачів вищої освіти необхідно використовувати різні підходи щодо застосування міжпредметних зв'язків в освітньому процесі, що може бути основою подальших наукових досліджень у цьому напрямку.

Список використаних джерел

1. Барановська О. В. Реалізація міжпредметних зв'язків у старшій школі: дидактичний аспект. Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія: Педагогіка. Соціальна робота. 2016. Вип. 2. С. 15–17.
2. Барановська О. В. Конструювання змісту профільного навчання на основі міжпредметної інтеграції. Дидактика: теорія і практика: зб. наук. Праць. Київ: Вид-во НПУ імені М. П. Драгоманова. 2015. С. 32–36

3. Біологія. 6–9 класи. Навчальна програма для закладів загальної середньої освіти. URL: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/navchalni-programi-5-9-klas> (дата звернення 20.11.2023).
4. Василюк О. С. Теоретичні аспекти міжпредметних зв'язків з української літератури у навчанні історії учнів 8–9 класів загальноосвітньої школи. Наукові записки Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Сер. Педагогічні науки. 2016. Вип. СХХІХ (129). С. 41–49.
5. Війчук Т. І. Генезис поняття «міжпредметні зв'язки» у педагогічній науці та практиці. Молодь і ринок. 2012. №8(91). С. 8–18.
6. Глобін О. І. Міжпредметні зв'язки в умовах профільного навчання математики: метод. посіб. для вчителів. Київ: Педагогічна думка, 2012. 88 с.
7. Драч І. Зміст та структура ключових компетентностей майбутнього викладача вищої школи. Витоки педагогічної майстерності. Серія: Педагогічні науки. 2013. Вип. 11. С. 124–130.
8. Інтегративний та компетентнісний підхід до викладання предметів. Методичний альманах / За ред. Плясецької С. О. Таврійськ: ЗОШ №5. 2017. 109 с.
9. Освітня програма Середня освіта (Біологія та здоров'я людини. Хімія). Умань: УДПУ імені Павла Тичини. 2023. 25 с.
10. Професійний стандарт за професіями «Вчитель початкових класів закладу загальної середньої освіти», «Вчитель закладу загальної середньої освіти», «Вчитель з початкової освіти (з дипломом молодшого спеціаліста)» / М-во освіти і науки України. URL: https://nus.org.ua/wp-content/uploads/2020/12/Nakaz_2736.pdf (дата звернення 22.11.2023).
11. Фіцула М. М. Педагогіка: навч. посіб. для студентів вищих педагогічних закладів освіти. Київ: Академія, 2002. 528 с.

References

1. Baranovska, O. V. (2016). Realizatsiia mizhpredmetnykh zv'iazkiv u starshii shkoli: dydaktychnyi aspekt. *Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho natsionalnoho universytetu*, 2, 15–17 [in Ukrainian].
2. Baranovska, O. V. (2015). Konstruiuvannia zmistu profilnoho navchannia na osnovi mizhpredmetnoi intehratsii. *Dydaktyka: teoriia i praktyka*, 32–36 [in Ukrainian].
3. Biolohiia. 6–9 klasy. Navchalna prohrama dlia zakladiv zahalnoi serednoi osvity. URL: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/navchalni-programi-5-9-klas> [in Ukrainian].
4. Vasyliuk, O. S. (2016). Teoretychni aspekty mizhpredmetnykh zv'iazkiv z ukrainskoi literatury u navchanni istorii uchniv 8–9 klasiv zahalnoosvitnoi shkoly. *Naukovi zapysky Natsionalnoho pedahohichnoho universytetu imeni M. P. Drahomanova*, 129, 41–49 [in Ukrainian].
5. Viichuk T. I. (2012). Henezys poniattia “mizhpredmetni zv'iazky” u pedahohichnii nauksi ta praktytsi. *Molod i rynek*, 8(91), 8–18 [in Ukrainian].
6. Hlobin, O. I. (2012). Mizhpredmetni zv'iazky v umovakh profilnoho navchannia matematyky. Kyiv: Pedahohichna dumka [in Ukrainian].
7. Drach, I. (2013). Zmist ta struktura kliuchovykh kompetentnostei maibutnoho vykladacha vyshchoi shkoly. *Vytoky pedahohichnoi maisternosti*, 11, 124–130 [in Ukrainian].
8. Pliasetskoi, S. O. (2017). Intehratyvnyi ta kompetentnisnyi pidkhid do vykladannia predmetiv. *Metodychnyi almanakh*. Tavriisk: ZOSH №5 [in Ukrainian].
9. Osvitnia prohrama Serednia osvita (Biolohiia ta zdorov'ia liudyny. Khimiia). (2023). Uman: UDPU imeni Pavla Tychny [in Ukrainian].
10. Profesiinyi standart za profesiiami “Vchytel pochatkovykh klasiv zakladu zahalnoi serednoi osvity”, “Vchytel zakladu zahalnoi serednoi osvity”, “Vchytel z pochatkovoї osvity (z dyplomom molodshoho spetsialista)” / M-vo osvity i nauky Ukrainy. URL: https://nus.org.ua/wp-content/uploads/2020/12/Nakaz_2736.pdf [in Ukrainian].
11. Fitsula, M. M. (2002). Pedahohika. Kyiv: Akademiia [in Ukrainian].

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ МІЖПРЕДМЕТНИХ ЗВ'ЯЗКІВ У ПРОЦЕСІ ВИВЧЕННЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНИХ ПРИРОДНОНАУКОВИХ ТЕОРІЙ

Владислав Парахненко

д-р філософії, викладач-стажист кафедри хімії та екології,
Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини
ORCID: 0000-0002-4312-6194
E-mail: vladparachnenko@ukr.net

Олена Задорожна

канд. пед. наук, доцент кафедри хімії та екології,
Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини
ORCID: 0000-0002-5039-017X
E-mail: zadoroschnao@ukr.net

Основними напрямками модернізації шкільної освіти є розробка державних стандартів освіти, запровадження єдиного державного іспиту та профільного навчання у старших класах загальноосвітньої школи.

Проведений аналіз досліджень щодо проблеми міжпредметних зв'язків дозволяє зробити висновок про те, що у виконаних роботах розглядаються проблеми міжпредметних зв'язків в основному між двома навчальними предметами: фізики, хімії та біології. Практично немає робіт, в яких досліджувалася б методика реалізації – міжпредметних зв'язків предметів природного циклу на основі узагальнюючого елемента природничих знань.

Мета дослідження полягає в обґрунтуванні та розробці концепції реалізації міжпредметних зв'язків фізики, хімії та біології при вивченні фундаментальних природничих теорій на заняттях міжпредметного елективного курсу.

Об'єктом дослідження є процес реалізації міжпредметних зв'язків природничих дисциплін в умовах профілізації освіти на старшому ступені загальноосвітньої школи.

Предмет дослідження – зміст, методи, засоби та форми проведення навчальних занять, що дозволяють реалізувати міжпредметні зв'язки фізики, хімії та біології при вивченні фундаментальних природничих теорій.

У ході дослідження використовувалися такі методи: теоретичні та практичні.

***Ключові слова:** міжпредметні зв'язки, аналіз досліджень, проблеми міжпредметних зв'язків, елективний курс, процес реалізації міжпредметних зв'язків, методи, засоби та форми проведення, фундаментальні природничі теорії.*

THEORETICAL FOUNDATIONS OF INTERDISCIPLINARY CONNECTIONS IN THE PROCESS OF STUDYING FUNDAMENTAL NATURAL SCIENCE THEORIES

Vladyslav Parakhnenko

Ph.D. trainee lecturer at the department of chemistry and ecology, Pavlo Tychyna Uman state pedagogical university
ORCID: 0000-0002-4312-6194
E-mail: vladparachnenko@ukr.net

Olena Zadorozhna

candidate of pedagogical sciences, associate professor at the department of chemistry and ecology, Pavlo Tychyna Uman state pedagogical university
ORCID: 0000-0002-5039-017X
E-mail: zadoroschnao@ukr.net

The reform of the socio-economic sphere of society has led to significant changes in the content of education, as it is the main means of achieving its goals set out in the social order in schools. The main directions of school education modernization are the development of state education standards, the introduction of a single state exam and specialized education in the upper grades of secondary schools. The idea of updating upper secondary education is to make it more individualized, functional, and effective. This implies the formation of a personality with a high level of social activity, a modern level of knowledge, a scientific outlook, dialectical thinking, and knowledge of the methods of scientific cognition.

The problem of interdisciplinary connections is studied in the works of methodologists: T. Tretyakova, O. Anishchenko, N. Yakovets, N. Antonov, O. Bulgakova, N. Burynska.

The analysis of the research on the problem of interdisciplinary connections allows us to conclude that the works performed consider the problems of interdisciplinary connections mainly between two subjects (physics, chemistry and physics). Most often, the basis for the implementation of interdisciplinary connections are single elements of the system of scientific knowledge: facts, phenomena, processes, concepts and laws. There are practically no works that would investigate the methodology of realization of interdisciplinary connections of natural cycle subjects on the basis of the generalizing element of natural knowledge.

By natural theory we mean a system of natural science concepts, laws and principles that reflect a holistic view of the essential connections of a large area of phenomena. In particular, such theories include the molecular kinetic and electronic theories of the structure of matter, and the quantum theory of light. Their explanatory and predictive functions are conditioned by the inclusion in their content of theories of a lesser degree of generalization from other natural sciences (chemistry, biology) as additional conceptual schemes. The latter are concepts endowed with a natural sense, which allow us to consider the essence of physical, chemical and biological phenomena and processes in close connection, from a single natural science point of view.

The purpose of the study is to substantiate and develop a concept for the implementation of interdisciplinary connections between physics, chemistry and biology in the study of fundamental natural theories in the classes of an interdisciplinary elective course.

The object of the study is the process of implementing interdisciplinary connections of natural disciplines in the context of educational profiling at the senior stage of secondary school.

The subject of the study is the content, methods, means and forms of conducting training sessions that allow to realize the interdisciplinary connections of physics, chemistry and biology in the study of fundamental natural theories.

Keywords: *interdisciplinary connections; analysis of research; problems of interdisciplinary connections; elective course; process of implementing interdisciplinary connections; methods; means and forms of conducting; fundamental natural theories.*

Сучасна наука є системою понять, законів, гіпотез, концепцій, сукупність теорій, і навіть знань, ще організованих у систему. Її рівень розвитку характеризується сукупністю знань, систематизованих у замкнуті завершені теорії. Основи ж науки – це сукупність основ теорій та окремих знань [1, с. 40].

Як відомо, у сучасній філософській науці теорію у більш широкому розумінні розуміють, як комплекс поглядів, уявлень, ідей, спрямованих на тлумачення та пояснення будь-якого явища; у більш вузькому і спеціальному сенсі – високу, найрозвиненішу форму організації наукового знання, що дає цілісне уявлення про закономірності та суттєві зв'язки певної галузі дійсності – об'єкт даної теорії» [2, с. 42].

Проблему класифікації та з'ясування структури наукових теорій на філософському рівні досліджували Т. Іваха, О. Ярошенко, В. Ковалева. З погляду цих авторів, у структурі науки можна виділити «клітинку», яка має «мінімальну структуру», цілісність, зберігає властивості цілого.

Відповідно до законів логіки та способів своєї побудови, наукові теорії – поділяються на дедуктивні, гіпотетико-дедуктивні та індуктивно-дедуктивні. До дедуктивних теорій відносяться математичні, які виходять за допомогою дедукцій та аксіом. У гіпотетико-дедуктивних теоріях структурні складові ієрархічно підпорядковані одне одному і орієнтовані процедури пояснення об'єкта. Усі природно наукові теорії є гіпотети коdedуктивними. У природничих теоріях не вдається відокремити «скелет» від того змісту, який полягає в їх термінах і постулатах, математичні рівняння – від тексту. Терміни фізичних концептуальних систем – це поняття, наділені фізичним змістом, а чи не просто абстрактні символи та математичні величини. Терміни завжди мають емпіричну інтерпретацію – набір правил, що встановлюють зв'язок між теоретичними термінами та термінами спостереження (правил відповідності). Крім них поняття теоретичної системи

пов'язані між собою «всередину теоретичними зв'язками». Деякі з цих зв'язків «дають змогу сформулювати конститутивні визначення фізичних понять», інші – «побудувати або гіпотетичні положення, або закони теорії». Індуктивно-дедуктивні теорії займають середнє положення між гіпотетико-дедуктивними та дескриптивно-прогностичними теоріями [3, с. 234].

Дослідження будь-якого об'єкта починається з емпіричного рівня. На цьому рівні шляхом спостереження та досвіду встановлюються наукові факти. Науковий факт – дійсна, реально існуюча подія, явище. Факт – це відображення деякого фрагмента реальності у свідомості людини, отримане у процесі спостереження, експерименту чи теоретичних побудов. Вони можуть бути як теоретичними, і експериментальними.

Спостереження та досвід у широкому значенні вважають етапами, у вузькому – значенні – способами наукового пізнання. Спостереження є навмисне, планомірне сприйняття будь-якого об'єкта чи явища, здійснюване з виявлення його істотних властивостей і особливостей. Для фіксації результатів спостереження у вигляді понять, знаків, схем, графіків використовується прийом «опис». У першому випадку фіксуються властивості об'єктів чи явищ, у другому – ці властивості виражаються з допомогою фізичних величин. Чисельний опис виражається у вигляді результатів виміру, які поділяються на прямі та непрямі. При прямому вимірі властивість, що вивчається, безпосередньо порівнюється з еталоном, при непрямому вимірі – опосередковано.

Для отримання прихованої інформації всередині явищ та процесів – використовують другий метод – експеримент. На відміну від спостереження експеримент є більш дієвою формою дослідження явищ, заснованої на управлінні поведінкою об'єкта за допомогою низки факторів, що впливають на нього. При цьому спостереження не повністю витісняється досвідом. Вони тісно пов'язані між собою. Спостереження за умов досвіду фіксує дію об'єкт і реакцію об'єкта.

У ході дослідження об'єктів та явищ велику роль відіграють фізичні прилади. Прилад – це сукупність технічних засобів, призначених для створення певних умов для перебігу даного процесу та вимірювання величин, що цікавлять експериментатора. У класичній фізиці макрооб'єкти не впливають на установки вимірювання та спостереження, а в квантовій фізиці прилад істотно впливає на мікрооб'єкт. Якщо макротіла проявляють себе без на них певних матеріальних умов, то мікросвіті таке неможливо. Взаємодія приладу та об'єктів носить неоднозначний характер, воно має деяку ймовірність [4, с. 212].

Для визначення причин існування певних властивостей об'єкта або причини виникнення явища використовується гіпотеза. Гіпотеза – форма розвитку наукового пізнання, яка є припущення про причину або необхідний зв'язок будь-якого явища. Існує безліч вимог до наукової гіпотези:

- опора попри всі факти, що стосуються досліджуваної області явищ;
- облік встановлених наукою та підтверджених практикою додатків;
- пояснення відомих фактів;
- здатність пророкувати нові факти, допускати можливість експериментальної перевірки.

Для висування гіпотези використовують методи; подібності, відмінності, залишку та супутніх змін. Метод подібності полягає в тому, що з'ясовуються загальні моменти, що повторюються в серії випадків, де спостерігається досліджуване явище. Саме ці моменти вважають причиною явища. При застосуванні способу відмінності аналізуються два подібні варіанти, в одному з яких дане явище спостерігається, а в іншому немає. З'ясовують відмінності першого випадку другого. Ці відмінності сприймають передбачувану причину явища. Метод залишку дозволяє встановити причину явища, що спостерігається у ситуації разом із декількома іншими явищами, якщо цього причини всіх інших явищ встановлено. Тоді з'ясовують обставину ситуації – залишок – і вважають її ймовірною причиною досліджуваного явища. Метод супутніх змін полягає у тому, щоб розглядати явище у зміні та спостерігати, які його сторони змінюються. Ці сторони сприймають причину явища.

Метод передбачення дозволяє на основі встановлених фактів сформулювати положення про ще не відомі факти. Під час проведення уявного експерименту досліджують не реальний, а віртуальний об'єкт, поміщаючи їх у уявні умови[5, с. 421].

Метод принципів полягає у складанні дослідних даних та поширенні знайденого дослідного факту на більш широку групу явищ, при цьому узагальнений дослідний факт вважають принципом. Цей метод складається з наступних етапів:

1. Виявлення проблеми та її постановка у вигляді теоретичного завдання.
2. Формулювання принципів (постулатів) на вирішення цієї проблеми.
3. Отримання наслідків з постулатів.
4. Експериментальна перевірка наслідків.

Метод математичної гіпотези, що спирається на знакові моделі, знаходить – широке застосування теоретичної фізики. Отримані результати цього методу мають бути узгоджені з практичними даними.

Міжпредметне засвоєння різних структурних елементів знань вимагає від вчителя різної організації пізнавальної діяльності учнів, оскільки різні види знань різняться за рівнем та характером їх узагальнення. Так, структурні та її підструктурні елементи природничих теорій, мають різнорівневий характер, дають можливість формувати різні види пізнавальної діяльності студентів.

У процесі оціночної діяльності школярі навчаються виявити соціально-економічну та екологічну значущість отриманих знань, результатів технологічних процесів. Вони вчаться співвідносити з реальністю значення величин, отриманих у процесі вирішення обчислювальних та експериментальних завдань, оцінювати достовірність результатів експерименту, виявляють причини неточностей у дослідях та визначати похибки вимірів. Даний вид діяльності сприяє розвитку ціннісно-мотиваційної сфери школяра, вихованню в ньому дбайливого ставлення до навколишнього середовища. До оціночної діяльності відносять також аналіз співвідношення досягнутого рівня знань та умінь з необхідною навчальною програмою діяльності.

Крім цих, існує вид діяльності, якого ставляться всі прийоми логічного мислення: порівняння, підведення під поняття, запровадження наслідків, прийоми докази, класифікації та інших.

При міжпредметному вивченні природничих теорій збагачується зміст кожного з видів діяльності, в якому кожен учень може знайти вихід своїм індивідуальним потребам, проявити свої можливості, розвинути творчі сили, формувати різноманітні види вмінь [6, с. 114].

Здійснення міжпредметних зв'язків при формуванні узагальнених умінь із засвоєння підструктурних елементів природничої теорії призводить до утворення у свідомості школярів міжсистемних асоціацій, що призводить до серйозних змін у психології мислення. При цьому мислення стає більш гнучким, рухливим, що дуже важливо для засвоєння структурних і підструктурних елементів теорій.

Рівневий характер вивчення структурних і підструктурних елементів природничих теорій вимагає здійснення різноманітних видів – зв'язків у комплексі.

Нині існує кілька десятків класифікацій міжпредметних зв'язків з їхньою видам. Це зумовлено різними підходами авторів до цього процесу. Спочатку міжпредметні зв'язки як дидактична умова проявляються в інформаційному та часовому аспектах.

На основі аналізу дидактичних функцій міжпредметних зв'язків, їх змістовної та процесуальної бази, загальних структурних компонентів О. Г. Бондарчук виділив основні напрями у діяльності педагогів щодо реалізації міжпредметних зв'язків:

1. Забезпечення наступності у формуванні загальних понять, законів та теорій.
2. Забезпечення єдності інтерпретації загальних понять, законів і теорій, єдності вимог щодо їх засвоєння.
3. Забезпечення загальних підходів до формування у учнів загальних умінь та навичок навчального праці, наступності у розвитку.

4. Створення умов активного застосування та поглиблення знань, отриманих учням щодо суміжних дисциплін.
5. Розкриття взаємозв'язку явищ різної природи, що вивчаються різними науками.
6. Показ спільності методів дослідження, що застосовуються в різних науках.
7. Систематизація та узагальнення знань, навичок та умінь, які набувають школярі при вивченні різних навчальних дисциплін.
8. Розробка системи вправ, що вимагають комплексного застосування знань із різних предметів, організація їх виконання учнями.
9. Усунення дублювання у дослідженні тих самих питань щодо різних предметів.
10. Розробка комплексних форм навчальних занять, у яких успішно вирішувалися завдання узагальнення і систематизації знань, одержуваних щодо різних предметів [7, с. 159].

Всі зазначені напрями важливі, і кожному вчителю необхідно використовувати різні способи та засоби їх реалізації, враховуючи, що вирішення цієї проблеми можливе лише при комплексному використанні всіх напрямків діяльності, що розглядаються.

Між змістом навчального матеріалу, рівнями пізнання та видами навчальної діяльності у педагогіці встановлено взаємозв'язок.

При міжпредметному вивченні підстави природничої теорії класифікує діяльність учнів на основі спостереження, експерименту повинна приводити їх до нових понять. У цьому необхідно вміти описувати факт, явище. Крім того, на цьому рівні засвоєння теорії проводиться міжпредметний аналіз відібраних фактів, зіставлення їх із раніше вивченими, а також систематизація та узагальнення фактів. При вивченні підстави теорії знайомство з ідеалізованим об'єктом передбачає абстрагування – відволікання від конкретних явищ та формулювання узагальнень із використанням тієї чи іншої моделі.

Вивчення ядра теорії, у якому відбувається узагальнення лише на рівні основного закону, вимагає здійснення певного виду міжпредметних зв'язків. Види діяльності цьому рівні пов'язані з доказовим роздумом, аналізом, синтезом, узагальненням, встановленням істотних закономірностей з урахуванням логічних міркувань і математичних висновків.

Третій рівень вивчення природничої теорії – наслідок, яке передбачає оперування теорією як методом пізнання світу. Це конструктивний та творчий рівень засвоєння знань. Тут самостійна робота в порівнянні, зіставленню, співвідношенню знань, отриманих раніше у фізиці та у суміжних з нею предметах, визначає види діяльності та міжпредметних зв'язків. Вони пов'язані із застосуванням отриманих знань до конкретних об'єктів та явищ, поясненням явищ природи, виробничих процесів, вирішенням завдань, постановкою експерименту отримання числових значень, констант, з виведенням емпіричних приватних закономірностей тощо.

Вивчення змісту фундаментальних природничих теорій носить рівневий характер. Як вже згадувалося вище, теорія включає два рівні пізнання – емпіричний, який ґрунтується на досвіді, і теоретичний, що передбачає розтин основних закономірностей матеріального світу, проникнення в сутність об'єктів, явищ і процесів, що вивчаються, на основі розумової діяльності. Емпіричний рівень відповідає змісту лише на рівні основи теорії, її ядро визначає теоретичний рівень. Наслідок забезпечує застосування ядра теорії, і інтерпретація дає тлумачення понять і законів у більш приватних галузях знання та встановлює межі застосування теорії [8, с. 345].

Зміни, що відбуваються в сучасному суспільстві, мають істотний – вплив на сферу освіти. Відбувається поступове випередження практики базових теоретичних розробок. У цьому виникають серйозні проблеми перед дидактикою у створенні цілісної теорії, що відповідає сучасним вимогам розвитку. Нині така тенденція простежується у визначенні ролі міжпредметних зв'язків у сучасній дидактиці. Про це свідчать, як було показано вище, дослідження дидактів про статус міжпредметних зв'язків. Одні автори ототожнюють МПС із змістом навчання, інші – розглядають їх як «дидактичну умову», треті – як «принцип навчання».

Міжпредметним зв'язкам присвячені дослідження Ю. В. Момот. Вона приділяє увагу з того, що «вміння учнів виділяти загальні закони природи значною мірою залежить від глибини МПС фізики, хімії, біології».

Реалізація міжпредметних зв'язків у практиці викладання природничо-наукових дисциплін у школі визначається тим, наскільки вчителі готові до їх здійснення та учні – до їх встановлення. У роботах зазначається, що вчителі високо оцінюють значення міжпредметних зв'язків для формування системних, наукових, дієвих знань та світогляду школярів, розвитку їх мислення та екологічної грамотності. На думку шкільних педагогів, міжпредметні зв'язки «стимулюють інтерес до уроку, розширюють інтерес до суміжних предметів, сприяють становленню професійних інтересів». Але, незважаючи на це, більшість учителів здійснюють міжпредметні зв'язки лише епізодично. Це з тим, більшість педагогів відчують труднощі у реалізації міжпредметних зв'язків практично.

Причини цих труднощів вони вбачають у неузгодженості програм з різних дисциплін природничого циклу, у недостатньому знанні змісту предметів, із якими необхідно встановлювати зв'язки, у недостатності методичних рекомендацій щодо реалізації міжпредметних зв'язків при формуванні природничо понять, законів, теорій, у недостатній підготовці з цього питання вчителів у педвузах та інститутах підвищення кваліфікації, без керівництва координації роботи вчителів у цьому напрямі.

До об'єктивних причин відносяться: відсутність загального планування навчального матеріалу вчителями суміжних курсів, що дозволило б визначити основні напрямки у змісті та способах реалізації міжпредметних зв'язків з урахуванням наявних у учнів знань, специфіки предмета та основних етапів пізнавальної діяльності учнів; відсутність до – ординації роботи вчителів щодо реалізації зв'язків адміністрацією школи. Необхідно відзначити відсутність або недостатнє забезпечення вчителів методичною літературою, рекомендаціями щодо здійснення міжпредметних зв'язків.

Серед суб'єктивних причин можна виділити відсутність можливості регулярно знайомитися зі змістом програм та методичною літературою з суміжних предметів унаслідок дефіциту часу; поганий контакт із вчителями інших дисциплін [9, с. 421].

Внаслідок зазначених причин при реалізації міжпредметних зв'язків вчителі відчують труднощі, найбільш типовими з яких є: формулювання міжпредметних навчально-пізнавальних завдань, вибір необхідного змісту навчального матеріалу з суміжного предмета та адекватних методів навчання, організація повторення цього матеріалу та інші, менш типові.

Результати анкетування вчителів показують, що близько 30% з них використовують при плануванні та відборі матеріалу під час уроків створену ними «міжпредметну» картотеку, які практикують цікаві форми обміну педагогічним досвідом. З традиційними формами та прийомами здійснення міжпредметних зв'язків вчителя називають уроки-лекції, уроки «обміну знаннями», конференції, використовують випереджувальні завдання, результати опитувань, різні форми організації позаурочної діяльності школярів: міжпредметні гуртки, вечори.

З метою з'ясування стану проблеми реалізації міжпредметних зв'язків щодо фундаментальних природничо-наукових теорій (молекулярно-кінетична теорія) у практиці навчання предметам природного циклу у старшій школі нами було проведено констатуючий експеримент. Для його проведення було обрано першу половину навчального року.

Учням різних профілів пропонували однакові тестові завдання. Тестування проводилося на уроках фізики, хімії та біології з учнями паралельних класів. Зміст завдань поряд із питаннями з фізики включали питання, що вимагають застосування знань з хімії та біології. Проведення тестування мало на меті виявити вміння учнів здійснювати міжпредметні зв'язки, підходить до пояснення явищ різних позицій (фізики, хімії та біології), враховуючи вплив різних факторів на явища, що проходять у природі, та процеси в рамках молекулярно-кінетичної теорії. Питання тесту складені згідно з структурою

фундаментальної природничої теорії, за винятком перших трьох. Вони мали загальний характер і визначали роль вивчення фундаментальних природничих теорій у предметах природничого циклу. Треті і четверті питання відносяться до підстави теорії, за наступними три (п'ятий, шостий і сьомий) до ядра теорії, останні вісім питань складені для визначення рівня знань, що належать до слідства та інтерпретації фундаментальної природничої теорії [10, с. 134].

Аналіз результатів тестування свідчить про те, що знання про структурні та підструктурні елементи фундаментальної природничої теорії (молекулярно-кінетична теорія) засвоюються учнями в різних профілях по-різному. Це насамперед пов'язані з відсутністю перенесення знань щодо підструктурних елементів відповідної теорії.

В ядрі фундаментальних природничих теорій, поряд з теоретичними законами, важливе місце займають фундаментальні закони. Саме вони відіграють велику роль у поясненні явищ та процесів живої та неживої природи. Відповіді школярів на запитання: «До фундаментальних законів, які пояснюють явища природи, ставляться...» свідчать, більшість учнів не розуміють зміст законів збереження і знають межі їх застосування. Лише 40,4% учнів фізичних, 30,3% – біологічних, 26,3% – хімічних профілів вказують на фундаментальний характер законів збереження.

Отже, результати поелементного аналізу дозволили перевірити якість засвоєння підструктурних елементів однієї з фундаментальних природно-наукових теорій «Молекулярно-кінетична теорія будови речовини», що є актуальними для подальшого навчання, а також уміння застосовувати ці знання для пояснення процесів живої та неживої природи.

Ще однією важливою метою цього етапу експерименту було:

1. визначення можливостей проведення в рамках елективного курсу низки міжпредметних лабораторних робіт для закріплення теоретичного матеріалу;
2. визначення труднощів, які зазнають учні при вивченні природничо-наукових теорій та виконанні лабораторних робіт;
3. з'ясування причин цих труднощів. Практикум з цього етапу складався з 2 лабораторних робіт.

Продуктивність навчального процесу оцінювалася способом поопераційного аналізу, розробленого В. Д. Ковалева Цей спосіб полягає в обліку складу операцій (дій), що виконуються учням у лабораторних роботах або під час вирішення завдань. Для кількісної оцінки ефективності виконання лабораторних робіт учням ми, спираючись на виділені елементи їх діяльності, вибрали такі критерії: коефіцієнт повноти виконання дій та коефіцієнт успішності розвитку знань та умінь у галузі предметів природничого циклу [11, с. 89].

Крім перелічених показників ефективності, на даному етапі педагогічного експерименту нами були використані наступні критерії рівнів сформованих експериментальних міжпредметних умінь, із зазначенням відповідних їм інтервалів значень коефіцієнтів повноти виконання дій.

Перший (початковий) рівень характеризується тим, що мета експерименту та учнем усвідомлюється недостатньо, над умовами виконання дослідів він не замислюється, його дії мають хаотичний характер. Робота виконується з обладнанням, підготовленим вчителем, за планом, запропонованим або за інструкцією підручника. Висновки формулюються під керівництвом вчителя. Коефіцієнт успішності першого рівня становить 0–0,25.

Другий рівень характеризується тим, що мета експерименту та його завдання усвідомлюються досить чітко. Учень замислюється над умовами проведення дослідів, неспроможна визначити їх самостійно, його дії системні. Він відчуває труднощі у формулюванні гіпотези, яку слід би покласти в основу досвіду. План експерименту розробляється колективно під керівництвом вчителя. Вимірювання та обчислення виконуються школярем самостійно, але висновки з дослідів формулюються під керівництвом вчителя. Коефіцієнт успішності другого рівня становить 0,26–0,50.

Третій рівень характеризується тим, що це операції, крім формулювання мети експерименту і робочої гіпотези, виконуються учнями самостійно. Він у своїй усвідомлено використовує плани узагальненого характеру, його дії мають системний характер. Коефіцієнт успішності для третього рівня становить 0,51–0,70.

Четвертий (вищий) рівень характеризується тим, що досвід учень робить самостійно.

Методологічною основою здійснення міжпредметних зв'язків у навчальному процесі є принцип загального зв'язку явищ – «найбільш загальна закономірність існування світу, що є результатом і проявом універсальної взаємодії всіх предметів і явищ»[12, с. 141].

Процес вивчення фундаментальних природничих теорій діалектичний за своєю природою, оскільки він відображає логіку побудови – наукового знання. Тому діалектичний метод є основою вивчення фундаментальних природничих теорій. Загальнонауковою основою їх вивчення є системний і діяльнісний підходи як відповідні логіко-гносеологічній і дидактичній природі цих знань.

Системний підхід дозволяє вивчати матеріальні об'єкти, що становлять відповідні рівні організації матерії, як природні системи, що мають загальні принципи внутрішньої організації: це лощинність, структурність, ієрархічність, а також взаємини із зовнішнім середовищем. При цьому кожен рівень відрізняється цілісністю, своєрідністю властивостей та явищ, особливою структурою цієї цілісності. Ці загальні принципи системного підходу, що відображають природну еволюцію матерії, необхідно покласти в основу міжпредметного вивчення базових природничих теорій.

Цілеспрямована реалізація системного підходу, який відбиває прояв законів функціонування та розвитку матерії щодо живих і неживих об'єктів, призводить до того, що вони стають загальними законами мислення учнів, забезпечуючи швидшими темпами їх взаємозв'язку, формуючи єдину природничу картину світу[13, с. 188].

Таким чином, тісний взаємозв'язок різних форм руху матерії і відсутність між ними різних кордонів дає можливість формувати у учнів правильне уявлення про навколишню дійсність, основою яких є фундаментальні природничі теорії. Тепловий рух, властивий усім процесам живої та неживої природи, вивчається на мікроскопічному рівні молекулярно-кінетичною теорією, макроскопічному – термодинамікою. Тому реалізація міжпредметних зв'язків природних дисциплін сприятиме тому, що фундаментальні природничі теорії вивчатимуться з єдиних позицій, де кожна з них наповнюється своїм особливим змістом [14, с. 159].

В результаті виконання дослідження розроблено концепцію реалізації міжпредметних зв'язків фізики, хімії та біології при вивченні фундаментальних природничих теорій:

Уточнено зміст поняття «природничо-наукова теорія» та її роль у науковому та навчальному пізнанні. Запропоновано класифікацію наукових теорій на основі ступеня їх узагальненості та приналежності до різних предметних галузей наук. Встановлено місце природничих теорій та їх підструктурних елементів у змісті навчальних предметів природничо циклу.

Проаналізовано стан проблеми навчання учнів – фундаментальним природничим теоріям (її підструктурним елементам). Встановлено, що необхідність реалізації міжпредметних зв'язків щодо природничих дисциплін зазначена в нормативних документах. З'ясовано, що програми вивчення фундаментальних природничих теорій.

Список використаних джерел

1. Ковальчук Л. Міжпредметні зв'язки у вивченні хіміко-технологічних дисциплін в економічному бізнес-коледжі. Львів, 2002. 220 с.
2. Туріщева Л. Міжпредметні зв'язки у навчанні хімії. Харків: Основа, 2004. 96 с.
3. Шевцов В. Міжпредметні зв'язки при вивченні хімії в школі: посіб. для вчит. 2-е вид., перероб. Київ: Радянська школа, 1983. 80 с.
4. Третьякова Т. Підготовка студентів біологічних спеціальностей педагогічних університетів до формування в учнів системи знань про природу через міжпредметні зв'язки. *Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова*. 2009. Вип. 17, № 5. 234 с.

5. Третьякова Т. Навчання студентів формуванню міжпредметних зв'язків в учнів 7–9 класів на уроках біології. *Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова*. 2010. Вип. 21, № 5. С. 208–213.
6. Третьякова Т. Застосування міжпредметних зв'язків на уроках біології в основній школі для розуміння учнями науково-природничої картини світу. *Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології*. 2011. № 1(11). С. 56–63.
7. Буяло Т., Третьякова Т. Уміння встановлювати міжпредметні зв'язки як складова предметно-методичної компетенції майбутнього вчителя біології. *Науковий часопис*. 2011. Т. 1. С. 49–55.
8. Третьякова Т. Міжпредметні зв'язки на уроках біології в 7–9 класах. Методичний посібник для учителів біології та студентів біологічних спеціальностей педагогічних вузів. Олевськ: Олевська районна друкарня, 2011. 63 с.
9. Буяло Т., Третьякова Т., Іванова О. І. Міжпредметні зв'язки біології: історичний аспект та вимоги сьогодення. *Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова*. 2008. № 2. С. 126–133.
10. Буяло Т., Третьякова Т., Іванова О. І. Міжпредметні зв'язки як засіб формування інтегрованих знань про природу. *Теорія і практика сучасного природознавства*. 2007. С. 110–113.
11. Третьякова Т. Шляхи реалізації міжпредметних зв'язків на уроках біології. *Методика викладання природничих дисциплін у вищій школі: мат. міжнар. наук.-практ. конф.* Полтава: Астроя, 2008. С. 373–375.
12. Третьякова Т. Використання завдань з міжпредметним змістом на узагальнюючих уроках та уроках-практикумах з біології. *Єдність навчання і наукових досліджень – головний принцип університету: мат. звітно-наукової конф. викладачів університету за 2009 рік, 10-11 лютого 2010*. Київ: НПУ імені М. П. Драгоманова, 2010. С. 188–191.
13. Аніщенко О., Яковець Н. Сучасні педагогічні технології: курс лекцій. Ніжин: НДУ ім. М. Гоголя, 2007. 199 с.
14. Бондар Л. Міщенко О. Інформаційні технології при викладанні хімії. *Хімія*. 2011. № 29. С. 10–13.

References

1. Kovalchuk, L. (2002). Mizhpredmetni zv'iazky u vyvchenni khimiko-tekhnologichnykh dystsyplin v ekonomichnomu biznes-koledzhi. Lviv [in Ukrainian].
2. Turishcheva, L. (2004). Mizhpredmetni zv'iazky u navchanni khimii. Kharkiv: Osнова [in Ukrainian].
3. Shevtsov, V. (1983). Mizhpredmetni zv'iazky pry vyvchenni khimii v shkoli. Kyiv: Radianska shkola [in Ukrainian].
4. Tretiakova, T. (2009). Pidhotovka studentiv biolohichnykh spetsialnostei pedahohichnykh universytetiv do formuvannya v uchniv systemy znan pro pryrodu cherez mizhpredmetni zv'iazky. *Naukovyi chasopys Natsionalnoho pedahohichnoho universytetu imeni M. P. Drahomanova*, 17(5) [in Ukrainian].
5. Tretiakova, T. (2010). Navchannya studentiv formuvanniu mizhpredmetnykh zv'iazkiv v uchniv 7–9 klasiv na urokakh biolohii. *Naukovyi chasopys Natsionalnoho pedahohichnoho universytetu imeni M. P. Drahomanova*, 21(5), 208–213 [in Ukrainian].
6. Tretiakova, T. (2011). Zastosuvannya mizhpredmetnykh zv'iazkiv na urokakh biolohii v osnovnii shkoli dlia rozuminnia uchniamy nauково-pryrodnychoi kartyny svitu. *Pedahohichni nauky: teoriia, istoriia, innovatsiini tekhnolohii*, 1(11), 56–63 [in Ukrainian].
7. Buialo, T., Tretiakova, T. (2011). Uminnia vstanovliuvaty mizhpredmetni zv'iazky yak skladova predmetno – metodychnoi kompetensii maibutnoho vchytelia biolohii. *Naukovyi chasopys*, 149–55 [in Ukrainian].
8. Tretiakova, T. (2011). Mizhpredmetni zv'iazky na urokakh biolohii v 7–9 klasakh. Olevsk: Olevska raionna drukarnia [in Ukrainian].
9. Buialo, T., Tretiakova, T., Ivanova, O. I. (2008). Mizhpredmetni zv'iazky biolohii: istorychnyi aspekt ta vymohy sohodennia. *Naukovyi chasopys NPU imeni M. P. Drahomanova*, 2, 126–133 [in Ukrainian].
10. Buialo, T., Tretiakova, T., Ivanova, O. I. (2007). Mizhpredmetni zv'iazky yak zasib formuvannya intehrovanykh znan pro pryrodu. *Teoriia i praktyka suchasnoho pryrodnavstva*, 110–113 [in Ukrainian].
11. Tretiakova, T. (2008). Shliakhy realizatsii mizhpredmetnykh zv'iazkiv na urokakh biolohii. *Metodyka vykladannia pryrodnychyykh dystsyplin u vyshchii shkoli: proceedings of the international conference*. Poltava: Astraia [in Ukrainian].
12. Tretiakova, T. (2010). Vykorystannia zavdan z mizhpredmetnym zmistom na uzahalniuiuchykh urokakh ta urokakh-praktykumakh z biolohii. *Yednist navchannia i naukovykh doslidzhen – holovnyi pryntsyyp universytetu: proceedings of the international conference*. Kyiv: NPU imeni M. P. Drahomanova, 188–191 [in Ukrainian].
13. Anishchenko, O., Yakovets, N. (2007). Suchasni pedahohichni tekhnolohii. Nizhyn: NDU im. M. Hoholia [in Ukrainian].
14. Bondar, L. Mishchenko, O. (2011). Informatsiini tekhnolohii pry vykladanni khimii. *Khimiia*, 29, 10–13 [in Ukrainian].

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ МЕТОДІВ І ЗАСОБІВ ДЛЯ ОБСТЕЖЕННЯ ТА ВИКОНАННЯ ВЕЛИКОМАСШТАБНОГО ГЕОДЕЗИЧНОГО ЗНІМАННЯ МЕЛІОРОВАНИХ ЗЕМЕЛЬ

Олексій Ситник

канд. географ. наук, доцент кафедри географії, геодезії та землеустрою,
Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини
ORCID: 0000-0002-8120-7032
E-mail: sytnykuman@gmail.com

Любов Безлатня

канд. географ. наук, доцент кафедри географії, геодезії та землеустрою,
Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини
ORCID: 0000-0002-6567-0983
E-mail: LubovBezlatnya@gmail.com

Сучасний розвиток інформаційних технологій в області геодезії, картографії та інтеграція із суміжними галузями науки заклали нові основи в принципи отримання, обробки та зберігання просторової інформації. Одним з важливих питань під час виконання великомасштабної зйомки території меліоративних систем та меліорованих земель є вибір ефективної методики і технології створення із застосуванням новітніх інтегрованих комплексів, які привели б до швидкого, абсолютно нового виду збору і якості інформації, зниження вартості і скорочення термінів виконання робіт.

Проведено теоретичний розрахунок величин точності для окремо виділеного об'єкту та літального апарату. Було показано весь цикл польових робіт, на безпосередньому прикладі реально виконаних робіт, з подальшим порівнянням результату отриманого за допомогою БПЛА, з результатом, який отриманий на основі RTK-знімання. Також проведено кошторисний, організаційний та охоронний аналізи виконаних робіт.

Обґрунтовано головні переваги та недоліки використання БПЛА для виконання топографо-геодезичних робіт

Ключові слова: Державний земельний кадастр; світовий досвід; геоінформаційна система; інформаційне забезпечення; програмне забезпечення; метод теодолітної зйомки; БПЛА; лазерне сканування (LIDAR) та радіолокаційне знімання (Radar).

ANALYSIS OF MODERN METHODS AND TOOLS FOR SURVEYING AND CONDUCTING LARGE-SCALE GEODETIC MAPPING OF RECLAIMED LANDS

Oleksii Sytnyk

candidate of geographical sciences, associate professor, associate professor at the department of geography, geodesy and land, Pavlo Tychyna Uman state pedagogical university
ORCID: 0000-0002-8120-7032
E-mail: sytnykuman@gmail.com

Liubov Bezlatnia

candidate of geographical sciences, associate professor, associate professor at the department of geography, geodesy and land, Pavlo Tychyna Uman state pedagogical university
ORCID: 0000-0002-6567-0983
E-mail: LubovBezlatnya@gmail.com

The article analyzes and researches modern methods and means of performing geodetic works during large-scale surveying of the territory. In connection with the global changes taking place throughout the territory of Ukraine, the performance of geodetic works during large-scale surveying of the territory of reclamation systems has become an urgent task in the field of geodesy and cartography. The modern development of information technologies

in the field of geodesy, cartography and integration with related fields of science laid new foundations in the principles of obtaining, processing and storing spatial information.

In recent years, the market of geoinformation systems has taken a leading position. One of the important issues when performing a large-scale survey of the territory of reclamation systems is the choice of an effective method and technology of creation with the use of the latest integrated complexes, which would lead to a fast, completely new type of information collection and quality, reducing costs and shortening the time of work.

Taking into account the modern variety of geospatial data collection methods, the question arises of researching technological schemes, accuracy, reliability and operational efficiency of surveys for the review of regulatory and technical documentation for providing topographic mapping, the products of which would correspond to modern achievements in the development of geoinformation technologies, the requirements and needs of the information society.

A theoretical calculation of accuracy values for a separately selected object and aircraft was carried out. The entire cycle of field work was shown, using a direct example of actually performed work, followed by a comparison of the result obtained using a UAV with the result obtained on the basis of RTK imaging. Estimated, organizational and security analyzes of the completed works were also carried out.

The main advantages and disadvantages of using UAVs for performing topographic and geodetic works are substantiated.

Keywords: *State land cadastre; world experience; geoinformation system; information support; software; theodolite surveying method; UAV; laser scanning (LIDAR) and radar surveying (Radar).*

Необхідною умовою організації ефективного національного господарства загалом та сільськогосподарського виробництва зокрема є отримання об'єктивної та своєчасної інформації про розподіл і використання земельних ресурсів та стан сільськогосподарських угідь, водних ресурсів, динаміку кліматичних та мікрокліматичних чинників тощо. У зв'язку з глобальними змінами, що відбуваються по всій території України, виконання геодезичних робіт під час великомасштабної зйомки території стало актуальним завданням в галузі геодезії і картографії. Сучасний розвиток інформаційних технологій в області геодезії, картографії та інтеграція із суміжними галузями науки заклали нові основи в принципи отримання, обробки та зберігання просторової інформації. Упродовж останніх років ринок геоінформаційних систем виходить на лідируючі позиції. Всі ГІС системи базуються на інформаційних технологіях створення, обробки і комплексного аналізу складно структурованої цифрової картографо-геодезичної інформації. Одним з важливих питань під час виконання великомасштабної зйомки території є вибір ефективної методики і технології створення із застосуванням новітніх інтегрованих комплексів, які привели б до швидкого, абсолютно нового виду збору і якості інформації, зниження вартості і скорочення термінів виконання робіт [20].

Сучасне меліоративне будівництво тісно пов'язане з безліччю технічних, природних, економічних і соціальних чинників. Воно не тільки покращує умови організації сільськогосподарського виробництва і створює умови для підвищення продуктивності сільськогосподарських машин, а й сприяє соціальному перетворенню села [10].

Сучасне функціонування меліоративних систем та питання ефективного використання зрошуваних земель розглядаються в напрацюваннях С. А. Балюка [1, 2], М. І. Ромащенко [18, 19], В. В. Горлачука, В. В. Медведєва, В. А. Ушкаренка, В. В. Морозова, Л. Г. Мельника, Л. Я. Новаковського, А. Я. Сохничя, М. Г. Ступеня, В. М. Трегобчука, А. М. Третяка, О. І. Фурдичка, С. К. Харічкова, М. А. Хвесика та інших науковців. Однак спектр зазначених питань досить широкий і потребує додаткових наукових обґрунтувань, зокрема й на регіональному рівні.

На сьогодні проведення топографічних знімачь регламентуються відповідними нормативними документами серед яких: «Основні положення створення та оновлення топографічних карт масштабів 1:10000, 1:25000, 1:50000, 1:100000, 1:200000, 1:500000, 1:1000000», затверджені наказом Головного управління геодезії, картографії та кадастру України №156 від 31.12.1999 і погоджені з Воєнно-топографічним управлінням Генерального штабу Збройних сил України); «Інструкція з топографічного знімання у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500 (ГКНТА-2.04-02-98)», затверджений Наказом Головного управління геодезії, картографії та кадастру при Кабінеті Міністрів України від

9 квітня 1998 р. № 56 та зареєстрований в Міністерстві юстиції України 23 червня 1998 р. за № 393/2833.

Суміжним документом є «Порядок використання Державної геодезичної референцної системи координат УСК-2000 при здійсненні робіт із землеустрою», затверджений Наказом Міністерства аграрної політики та продовольства України від 02.12.2016 № 509 та зареєстрованим в Міністерстві юстиції України 19 грудня 2016 р. за № 1646/29776 [15].

Протягом багатьох років технічні схеми топографічного знімання, описані в цих нормативно-технічних документах, відповідали розвиненій картографічній інфраструктурі, створеній у радянський час та у перші роки незалежності України.

11 лютого 2010 р. був прийнятий закон України «Про внесення змін до Закону України «Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність», який передбачав, що реалізація державної політики у сфері топографо-геодезичної картографічної діяльності організовується і координується відповідним центральним органом виконавчої влади з питань топографо-геодезичної і картографічної діяльності, виходячи із встановленого Кабінетом Міністрів України Порядку загальнодержавного топографічного і тематичного картографування, затвердженого Постановою № 661 КМУ від 4 вересня 2013 р. Вперше в Законі України йдеться про державні топографічні та тематичні карти. Набуття такого статусу топографічних та тематичних карт вимагає значного підвищення їх інформаційно-технологічного рівня [14].

Очевидно, що чинні нормативно-технічні документи у сфері топографічного картографування не враховували сучасні методи топографічного знімання, не відповідали сучасному рівню розвитку геоінформаційних технологій, не відповідали вимогам суспільства щодо якості, оперативності та достовірності геопросторових даних виявилось перешкодою для їх використання.

На виправлення цієї ситуації гідно наказу Міністерства аграрної політики та продовольства України (№ 1888 від 31.10.2023) був затверджений Порядок створення та функціонування бази топографічних даних [16].

Об'єкт дослідження: меліоративні системи як об'єкт великомасштабної топографічної зйомки місцевості.

Предмет дослідження: сучасні методи та засоби виконання геодезичних робіт під час великомасштабної зйомки території меліоративних систем.

Метою статті є аналіз сучасних методів і засобів під час обстеження та виконання великомасштабного геодезичного знімання меліорованих земель.

Методи дослідження: спостереження, порівняння, абстрагування й конкретизація, аналіз, синтез, моделювання, історичний і логічний методи, метод обробки літературних джерел, структурно-логічне узагальнення, систематизація, історико-генетичний, картографічний, статистичний, математичні методи.

Топографічні карти створюються за використанням методів інженерної геодезії і використовуються для проектування різних об'єктів відповідно до масштабу. Топогеодезичні плани, терміном виконання більше трьох років, передбачають обов'язкове оновлення. Для отримання планів масштабів 1:5000 та 1:2000 доцільно використовувати метод аеротопографічної зйомки [6].

Прогресивним напрямом є складання спеціалізованих планів у вигляді цифрових моделей місцевості, що являють собою множину точок земної поверхні у просторових координатах, які об'єднані у єдину систему за певним математичним законом. Цифрова модель місцевості – це поєднання точок земної поверхні в єдину систему координат за певними математичними законами. Цифрові моделі місцевості створюються за допомогою комп'ютерів шляхом обробки та перетворення вихідної топографо-геодезичної інформації про місцевість, отриманої різними методами зйомки, в картографічні зображення в цифровому форматі, або шляхом перетворення в цифрову форму картографічного зображення [26].

Сучасні великомасштабні аерофотограмметричні і топографічні зйомки виконуються з використанням стереотопографічних або комбінованих методів, залежно від характеру місцевості, обраного масштабу, замовлених термінів виконання робіт і наявного обладнання.

Меліорація земель в Україні є необхідною умовою розвитку сільськогосподарського виробництва. Наразі майже 90% земель України розташовані в посушливих (вода дефіцитних) та гумідних (надмірно зволжених) зонах, які потребують проведення різнопланових гідротехнічних заходів, відповідно – зрошення та осушення. Ефективність меліоративних заходів базується на створенні умов для екологічно безпечного використання сільськогосподарських угідь та забезпечення оптимального водно-повітряного режиму ґрунту.

Україна є однією з країн, де меліоровані землі відігравали і продовжують відігравати важливу роль у забезпеченні населення продовольством. Це пов'язано з тим, що значна частина її території розташована на межі різних природних зон у помірному кліматичному поясі з яскраво вираженими сезонними коливаннями упродовж року, в зонах недостатнього та нестійкого зволоження, а стале сільське господарство на цих територіях можливе лише в умовах зрошення. Зрошувані землі є своєрідним страховим полісом для стабільного сільськогосподарського виробництва, особливо в посушливі роки. Південний степ займає південну і південно-східну частини країни, характеризується континентальним жарким і сухим кліматом і є самостійною територіальною одиницею, на яку припадає 46,5% площі сільськогосподарських угідь (рис. 1.) [2].

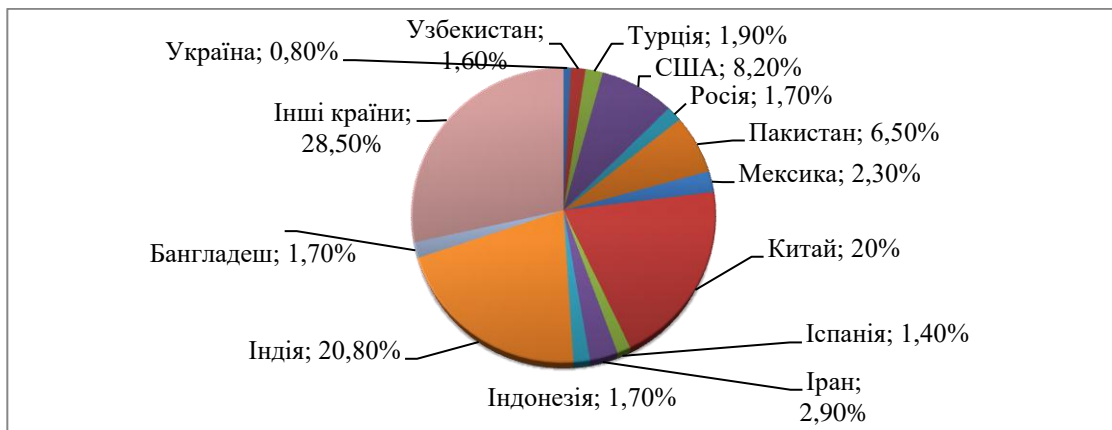


Рис. 1. Площі зрошуваних земель у провідних країнах світу (у % від загальної площі) [18]

Проте зрошення потребує не лише південь України, ай інші регіони, зокрема окремі території лісостепової зони, де функціонують зрошувальні системи, наприклад Яришівська (Вінницька область), Трубізька осушувально-зволожувальна система (Чернігівська та Київська області) та інші.

Меліоративні заходи також є актуальними для українського Полісся. Поліська низовина має незначний нахил до Прип'яті та Дніпра, сильно заболочена, заліснена; має багато прісних озер, боліт, торфовищ. Меліоративний фонд земель становить 3,7 млн. га, з них торф'яно-болотні ґрунти займають майже 0,95 млн. га, мінеральні перезволожені – 2,75 млн. га. Це становить 68,5% боліт, заболочених площ і перезволожених мінеральних земель України, тому Поліська зона є основним районом проведення осушувальних меліорацій. Проведення робіт з меліорації земель стало вагомим чинником соціально-економічних перетворень цього краю і відіграє важливу роль у розвитку галузей економіки. Меліоровані перезволожені землі в гумідній зоні України є важливим, а в багатьох регіонах єдиним гарантом стабільного ведення землеробства і створення надійної кормової бази для забезпечення потреб тваринництва, незалежно від погодно-кліматичних умов [10].

Розвиток зрошувальних та осушувальних систем у відносно збалансованій структурі парадинамічних та парагенетичних зв'язків у річкових басейнах не тільки активізував існуючі зв'язки, але й призвів до формування нових, які поступово набувають все більшого поширення. Основними чинниками активізації парадинамічних зв'язків є просторові залежності, контрасти, а також зовнішні та внутрішні зв'язки [10].

Це призвело до розвитку й активного функціонування нових антропогенних мікро- і мезоосередкових процесів, прояв яких часто є негативним, що пов'язано з неналежним наглядом за системою, непродуманою побудовою відкритої зрошувальної та осушувальної мережі, недотриманні державних стандартів під час обробітку ґрунту навколо меліоративних каналів.

Внаслідок прояву антропогенних мікро- і мезоосередкових процесів річкові та заплавні ландшафтні комплекси зазнають швидких змін. Оптимізація цих процесів є першочерговим завданням як на функціонуючих, так і на занедбаних ділянках меліоративних систем. Науково доведено, що системи осушення та зволоження є найбільш ефективними і здатні регулювати надлишок вологи або її нестачу. Однак у цих системах є багато аспектів і недосконалостей, які не враховуються під час їх проектування та будівництва і які необхідно проаналізувати, щоб розробити заходи для їх раціонального використання [10].

Таким чином, відновлення та реорганізація меліоративної галузі стало національним проектом до 2024 р., а Міністерством аграрної політики та продовольства був започаткований пілотний проєкт із відновлення зрошувальних систем в південних областях України.

Уряд України почав уніфікувати нормативну базу для екологічно безпечного зрошення, поливу та водовідведення. Проте, широкомасштабне вторгнення Росії в північні й південні області України, руйнування дамби Каховського водосховища, остаточна дезорганізація зрошувального господарства порушило плани реорганізації меліоративної галузі. Хоча є розуміння, що зрошувальне господарство, меліоративна галузь загалом потребує і потребуватиме відновлення після завершення військових дій.

Картографічне забезпечення оцінки земельних ресурсів базується на просторовому аналізі окремих природних об'єктів та активному застосуванні картографічних методів як основного засобу отримання первинних і вторинних результатів оцінки. При цьому ключовим моментом є створення картографічного матеріалу, який може бути визнаний достовірною документацією [3, с. 52].

Перш за все, це стосується основних принципів картографування, які визначають місце і роль картографічних методів у процесі моделювання стану земельних ресурсів території та отримання оціночних показників. Ці принципи є своєрідними методологічними постулатами, які окреслюють зміст, сферу застосування, достовірність та обґрунтованість картографування.

Основними з них є принципи науковості, сучасності, нетрадиційності та оцінки. Зміст принципу наукової обґрунтованості полягає у використанні наявного досвіду картографування земельних ресурсів, відомих та апробованих методів і прийомів. Для цього слід залучати кваліфікований персонал і створювати відповідне інформаційне забезпечення як для методів, методик, алгоритмів, програм і результатів, що вже використовуються, так і для документації, що гарантує виконання поточних робіт.

При цьому показники, що використовуються для оцінки земельних ресурсів (інтегральні показники стану, господарського використання, екологічної стійкості тощо), є набагато більш інтегрованими та релевантними, ніж відомі традиційні показники (рілля, лісові площі, заповідні території тощо). Інтегральні індикатори відображають комплексні характеристики картографованих територій.

У процесі реалізації принципів наведеної вище методології картографічного забезпечення оцінки земельних ресурсів чільне місце займає інформація. Сам процес картографування стану земельних ресурсів потребує великої кількості інформації (причому

різноманітної, отриманої шляхом перетворення або обробки первинних даних). Тому якість інформації, як з точки зору її змісту, так і релевантності, має вирішальне значення для оцінки надійності та актуальності відповідних карт, що, в свою чергу, визначає їхню достовірність [3, с. 53].

В умовах адміністративно-територіальної та земельної реформи правильне визначення вартості топографо-геодезичних і земельно-кадастрових робіт має першочергове значення, що впливає на формування договірних цін для об'єктів державної та інших форм власності, складаючи основу для формування тендерної документації та підвищуючи довіру між замовниками та виконавцями [5, с. 54].

В сучасних умовах тенденції розвитку топографо-геодезичної та картографічної діяльності обумовлюються розвитком інформаційних технологій, зокрема, йдеться про створення вискоєфективних засобів отримання просторової інформації про Землю в режимі реального часу на основі глобальних навігаційних супутникових систем (ГНСС), аерокосмічних систем отримання інформації про Землю з високою роздільною здатністю, систем фотоелектронного сканування місцевості, супутникової радіолокації, наземного та повітряного лазерного позиціонування, цифрової аерофотозйомки та інших технологій.

Такий вплив інформаційних технологій на розвиток топографо-геодезичної та картографічної діяльності визначив необхідність переходу від картографічної інфраструктури до розвитку інфраструктури геопросторових даних [7, с.10; 8, с.55; 9, с.34].

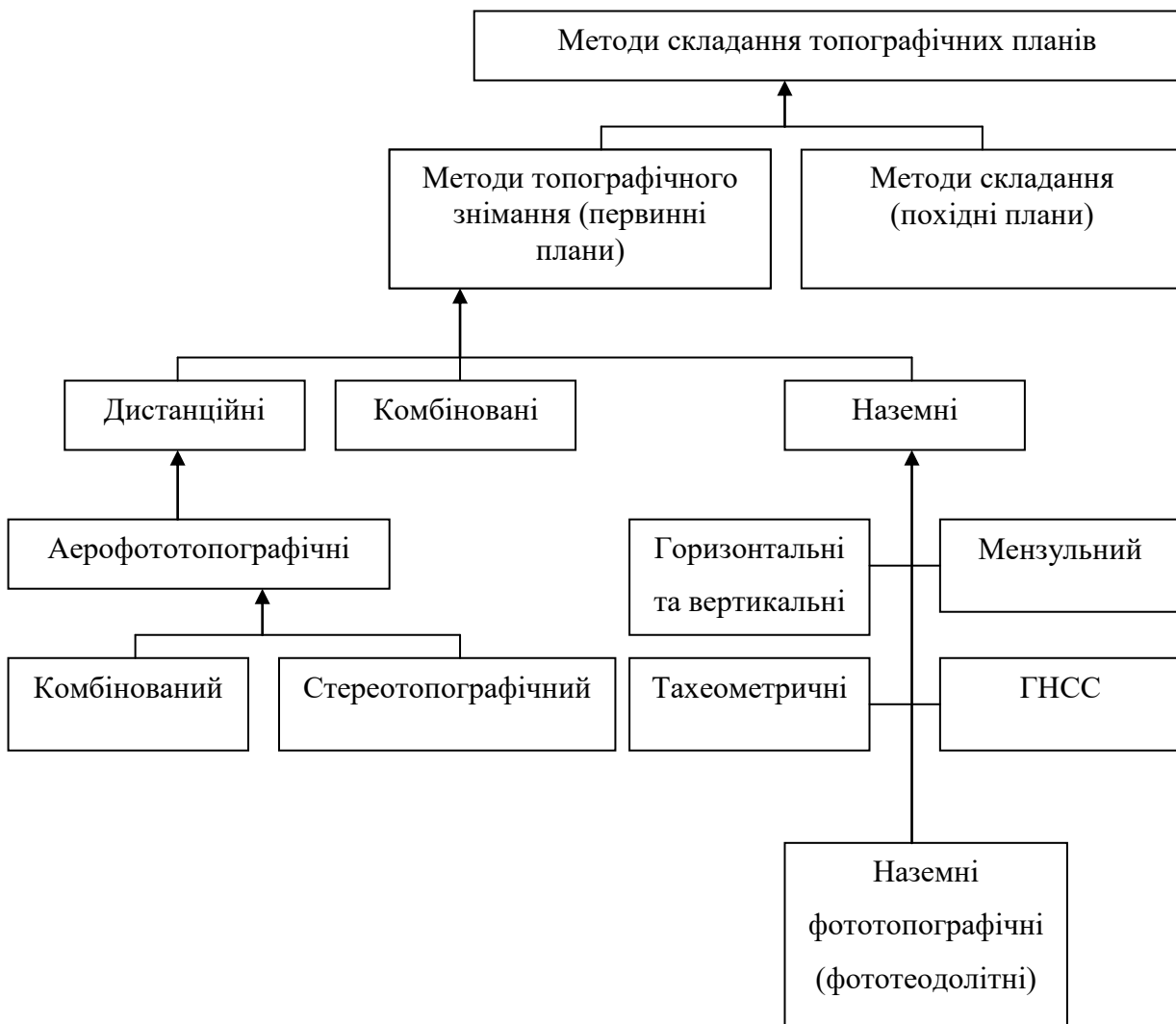


Рис.2. Методи складання топографічних планів

На сучасному етапі фахівці використовують пакети обробки даних для інженерно-геодезичних вишукувань та інженерного проектування, призначені для автоматизації обробки інструментальних геодезичних даних та інженерного проектування. Серед програмних пакетів можна виокремити: продукти фірми Autodesk (програмні пакети Autodesk Survey, Autodesk Land Desktop, Autodesk Civil Design, створені на платформі пакету AutoCAD), програмні комплекси GEO. Донедавна більшість геоінформаційних систем можна було впевнено назвати «консервативними». Однак зараз ситуація змінюється. Останніми роками з'явилася нова тенденція у філософії використання ГІС, яка перетворюється на справжній продукт, що може бути використаний для прийняття дешевших та ефективніших рішень. Сучасна ГІС – це багатофункціональна, цілеспрямована і багатогранна система, яка займає важливе місце в сучасній технології геодезичних робіт [20, с. 47].

Об'єктивна та своєчасна інформація про розподіл і використання земельних ресурсів, стан сільськогосподарських угідь та динаміку кліматичних і мікрокліматичних чинників є необхідною умовою для організації ефективного сільськогосподарського виробництва.

Упродовж останніх років відбувся значний технологічний прогрес у галузі цифрових технологій, який значно покращив якість та роздільну здатність цифрових камер. Сучасні методи збору даних під час геодезичних зйомок меліорованих земель базуються на використанні цифрових матеріалів аерофотозйомки. Однак, використання літаків і вертольотів для великомасштабних зйомок збільшує витрати на порядки. Тому альтернативним рішенням є використання – безпілотних суден (БПС), або, звичне, безпілотних літаючих апаратів (далі БПЛА).

БПЛА або дрони, вже використовуються в багатьох сферах людської діяльності. Їх кількість зростає із небувалою швидкістю, а також розширюється коло завдань, які можна вирішувати з їх допомогою. Вимірювання та аерофотозйомка місцевості за допомогою безпілотних літальних апаратів є економічно ефективним вирішенням багатьох проблем в галузі геодезії та топографії. БПЛА, що використовуються в геодезії, літають заданими маршрутами як в автоматичному, так і в напівавтоматичному режимах для отримання точних і достовірних фото- і відеоматеріалів про топографічні особливості в районах, де плануються меліоративні роботи, виконують лазерне сканування місцевості, геологічні зйомки і моніторинг будівель і споруд. Дані, отримані з дронів та оброблені спеціалізованим програмним забезпеченням, є основою для будівельного проектування, цифрового, електронного, аналогового картографування, картографування місцевості та моніторингу інженерних споруд великої протяжності. Якщо розглядати можливість застосування БПЛА для потреб великомасштабної зйомки меліоративних систем, то тут виявляються широкі перспективи розвитку таких технологій.

Надійність, збереження та подальший розвиток меліоративних систем у сучасному світі були б неможливими без дистанційного моніторингу, особливо за допомогою БПЛА. БПЛА добре зарекомендували себе на світовому ринку геоінформаційних послуг і будуть затребувані повсюдно в найближчі десятиліття.

Розрізняють такі безпілотні літальні апарати: безпілотні некеровані, безпілотні автоматичні, безпілотні дистанційно пілотовані літальні апарати (ДПЛА).

В Україні не було остаточно прийнятої класифікації БПЛА. З початком широкомасштабного вторгнення російських військ на територію нашої країни у бойових діях використовують велику кількість дронів різних моделей, розмірів, призначення, функціональності, дальності польотів.

Для систематизації наявних систем БПЛА пропонується класифікація за такими взаємопов'язаними параметрами, як маса, час, дальність і висота польоту. Виділяють такі класи апаратів: мікро- і міні-БПЛА близького радіуса дії (злітна маса – до 5 кг, час польоту – близько години і дальність польотів – 25...40 км); легкі БПЛА малого радіуса дії (злітна маса – 50...100 кг, час польоту – кілька годин, дальність дії – 10...70 км); легкі БПЛА

середнього радіуса дії (злітна маса – 50...100 кг, час польоту – кілька годин, дальність – 70...150 км); середні БПЛА (злітна маса – 100...300 кг, час – 10-12 год., дальність дії – 150...1000 км); середньо важкі БПЛА (злітна маса – 300...500 кг, час – 10-12 год., дальність дії – 70...300 км); важкі БПЛА середнього радіуса дії (злітна маса – понад 500 кг, час польоту – 24 год. і більше, дальність дії – 70...300 км); важкі БПЛА великої тривалості польоту (злітна маса – понад 1500 кг, дальність – 1500 км); безпілотні бойові літаки (ББЛ) (злітна маса – понад 500 кг, дальність – 1500 км) [11].

Сучасні БПЛА, залежно від маси і розмірів зазвичай багатфункціональні, використовують приймачі супутникової навігації (GPS або ГЛОНАСС) для визначення координат і швидкості руху. Азимут і перевантаження визначаються за допомогою гіроскопів та акселерометрів. Програмне забезпечення пишеться зазвичай мовами високого рівня (C++, Модула-2, Оберон SA або Ада 95).

Методи моніторингу місцевості на основі картографічної основи території зазвичай здійснюються шляхом візуального спостереження та подальшого нанесення ситуації на карту. Недоліками цього методу є його висока собівартість та залежність від людського чинника, що може призвести до значних помилок. Звичайна аерофотозйомка з малих висот є складним процесом. Традиційно вона здійснюється за допомогою таких носіїв фотоапаратури, як літаки (АН-2), літаки-лабораторії АН-26) та гелікоптери (МІ-6) [12].

Значні експлуатаційні витрати, прив'язаність до аеродрому та обмежена висота польоту (>200 м) обмежують використання таких літальних апаратів для більшості завдань з моніторингу місцевості, підвищують вартість аерофотозйомки та знижують рентабельність. Використання БПЛА виправдане там, де необхідно швидко із низькими витратами зібрати точні дані з повітря.

За даними UVS International (провідної міжнародної асоціації безпілотних систем), БПЛА виготовляють в понад 50 країнах світу, серед яких провідними є Росія і США [3, с. 51]. З початком широкомасштабного вторгнення російських військ на територію нашої країни, Україна також різко почала нарощувати виробництво БПЛА, залучаючи понад 200 компаній різних форм власності та підпорядкування, що сприяло розвитку нової для держави прогресивної високотехнологічної галузі, здобутки якої сприятимуть відбудові національного господарства у повоєнний час.

Кожен сучасний БПЛА оснащений фотоапаратом, відеокамерою, тепловізором і гіростабілізованою телевізійною камерою для дослідження і фіксування екзогенних процесів (наприклад, селевих потоків, зсувів і обвалів). На основі аерофотознімків отримують цифрові моделі поверхні (ЦМР) у вигляді щільної хмари тривимірних точок. Точність таких моделей залежить від низки чинників, включаючи якість вихідного зображення, наявність і точність координат центру зйомки, обґрунтування координат і висоти точок планування, а також значною мірою залежить від технічних характеристик безпілотного літального апарату і його бортового обладнання.

На відміну від наземних геодезичних методів, таких як тахеометрична зйомка та вимірювання за допомогою GPS-приймача, БПЛА можуть обстежити необхідну територію швидко та економічно ефективно. Окрім економічності (до 10 разів дешевше), БПЛА мають й інші переваги над традиційною повітряною та космічною зйомкою: можливість виконувати знімання на невеликих висотах (10 до 200 м), що забезпечує надвисоке розрізнення (одиниці й десятки сантиметра) на місцевості; можливість вибіркового детального знімання невеликих об'єктів і малих ділянок там, де не рентабельно або технічно неможливо здійснити іншими способами, наприклад, в умовах міської забудови; мобільність – не потрібна прив'язка до спеціально обладнаних майданчиків, БПЛА легко транспортуються, порівняно нескладна процедура дозволів і узгодження польотів; висока оперативність – транспортування, підготовка до зйомки, виконання завдання, отримання результатів займають декілька годин; екологічна чистота польотів – практично нульове навантаження на навколишнє середовище, що пояснюється використанням малопотужних двигунів.

Використання БПЛА є проміжним етапом на шляху створення і забезпечення вихідною інформацією картографічних та ГІС-матеріалів, та дозволяє отримати відповідні просторові дані: топографічні карти і плани масштабу від 1:500 до 1:5000; цифрові моделі рельєфу із висотною точністю до 0,5 м; ортофотоплани високої роздільної здатності; шари для геоінформаційних систем і відповідним тематичним навантаженням різного формату; віртуальні (тривимірні) моделі місцевості, створені на основі сукупності перелічених вище даних.

Зокрема, новітні БПЛА характеризуються високою надійністю та автоматичною стабільністю польоту і оснащені всіма системами, необхідними для отримання високоякісних зображень, такими як аерофотозйомка з високою роздільною здатністю до семи годин, точна геодезія місцевості та можливість дистанційно змінювати параметри зйомки відповідно до погодних умов [4, с. 6].

Розглянемо БПЛА, оснащений двочастотним приймачем, камерою Sony Alpha ILCE-6000 з матрицею 24 Мпікс, об'єктивом з $f=20$ мм і з параметрами зйомки ISO800, витримка – 1/1000. У разі аерофотознімання з різної висоти (150, 200 і 250 м) за двома маршрутами в різних напрямках поздовжнє перекриття становить 80%, поперечне – 60%; під час побудови фотограмметричних мереж середні величини розбіжностей планового положення опорних точок не перевищують 5–10 см, контрольних точок – 5–15 см, що відповідає точності зйомки масштабу 1:500; а середні величини розбіжностей висотного положення опорних точок у фотограмметричних мережах, отриманих з використанням центрів проєкції і розпізнавальних знаків, розставлених через 250, 500, 1000 і 2300 м, не перевищують 5–7,5 см, контрольних – 5–10 см, що відповідає точності зйомки з перерізом рельєфу 0,5 м.

Прикладів використання дронів сьогодні багато, але варто зупинитися на найцікавіших і, на нашу думку, найкорисніших з них, зокрема картографування (drone mapping) – невеликі, легкі дрони широко використовуються сьогодні і завдяки спеціальному програмному забезпеченню можуть досліджувати натуральні та антропогенні ландшафти і, крім фотографій, створювати тисячі цифрових точок інтересу, які можна об'єднати в цифрові зображення, а згодом і в 3D-моделі.

Водночас створюються різні супровідні програмні інструменти для «склеювання» зображень і прив'язки отриманого зображення до певної системи координат. Одним з прикладів такого ПЗ є Maps Made Easy [27].

За практичну основу роботи було взято завдання побудови топографічної карти для земельної ділянки з кадастровим номером: 3222483200:03:001:0017 та площею 1,3076 га, яка знаходиться в с. Забір'я Київської області (рис. 3.).



Рис. 3. Відображення земельної ділянки на кадастровій карті

Розвідка місцевості показала, що це забудована територія, з доступом до водойми і зниженням рельєфу до води. Також незначна залісеність місцевості сприяла проведенню зйомки з БПЛА. У сучасних умовах маршрути аерофотозйомки БПЛА можна прокладати за допомогою спеціальних додатків для смартфонів. Зокрема для виконання цієї роботи використовувалось ПЗ Pix4D Capture (рис.4.).



Рис. 4. Вікно планування аерофотозйомки в Pix4DCapture

Щільна хмара точок – це великий набір точок, закріплених в одній системі координат. Хмара є точною цифровою копією всіх видимих поверхонь об'єкта. Це означає, що кожна точка в хмарі має власні координати (рис. 5.).

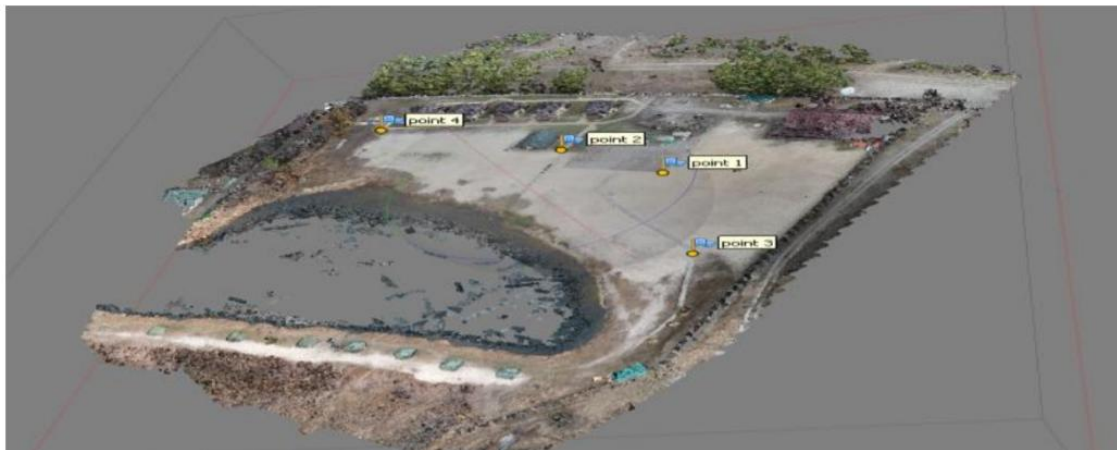


Рис. 5. Вигляд густої хмари точок в agisoft

Створення хмари точок високої щільності є основним етапом, який вимагає найбільше ресурсів. Після створення хмари точок автоматично виконується процес генерації TIN-сітки, з якої в подальшому отримується цифрова модель поверхні. У PhotoScan цей процес повністю автоматизований за рахунок попереднього налаштування відповідних параметрів: тип поверхні – довільний; вихідні дані для визначення TIN – густа хмара точок; максимальна кількість полігонів, які братимуть участь у формуванні мережі – висока. Одним із основних завдань фотограмметричного програмного забезпечення є створення цифрових моделей місцевості. Відповідно процес базується на алгоритмах порівняння та автокореляції. Автоматично створена цифрова модель рельєфу представлена на рисунку 6. На рисунку 7 показано фінальний вигляд ортофотоплану [23].

Загалом, проект містить 9 млн. 108 тис. 537 точок, визначених з аерознімків, виконаних з допомогою БПЛА, кожна з яких має визначенні просторові координати. У загальному вигляді подальший процес можна описати таким порядком дії: створення ортофотоплану, на основі створеної щільної хмари точок; прив'язка ортофотоплану; векторизація ситуації та розміщення топографічних знаків; аналіз точності та відповідності реальній ситуації [23].

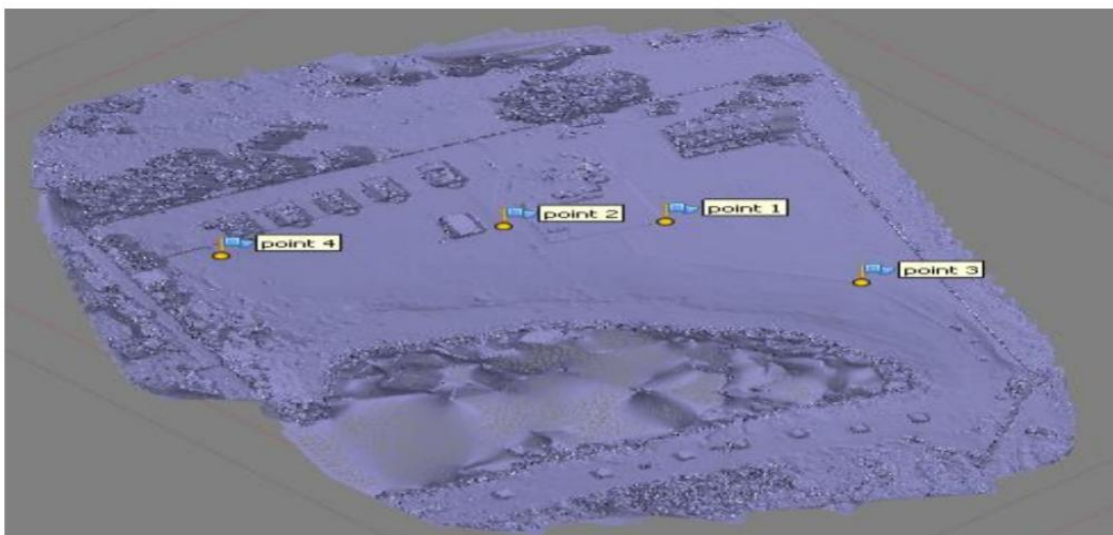


Рис. 6. Згенерована цифрова модель рельєфу



Рис. 7. Ортофотоплан

Для пришвидшення процесу камеральної обробки даних, та створення топографічного плану, використовувалось ПЗ «Geonics», що забезпечує підтримку топографічних знаків, для М 1:500–1:10000, аналіз поверхонь, створення горизонталей тощо (рис. 8).

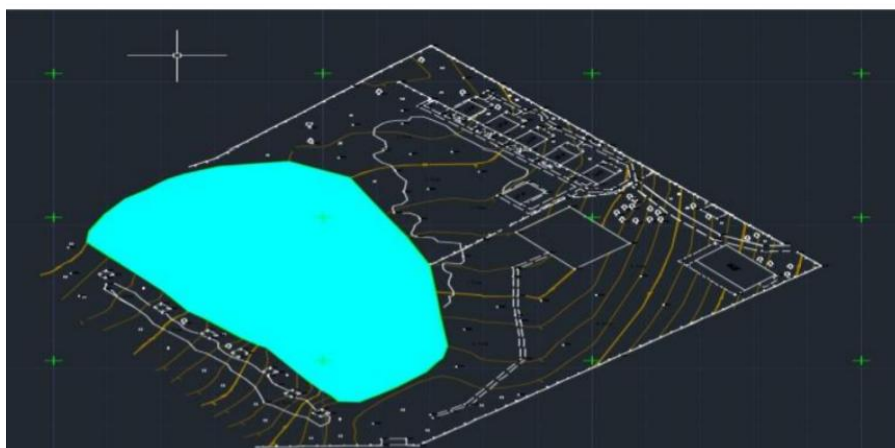


Рис. 8. Топографічний план створений в ПЗ «Geonics»

Для аналізу результатів роботи зі створення топографічного плану з використанням БПЛА, було виконано порівняння цього плану з планом який побудовано на основі GNSS зйомки (рис. 9).

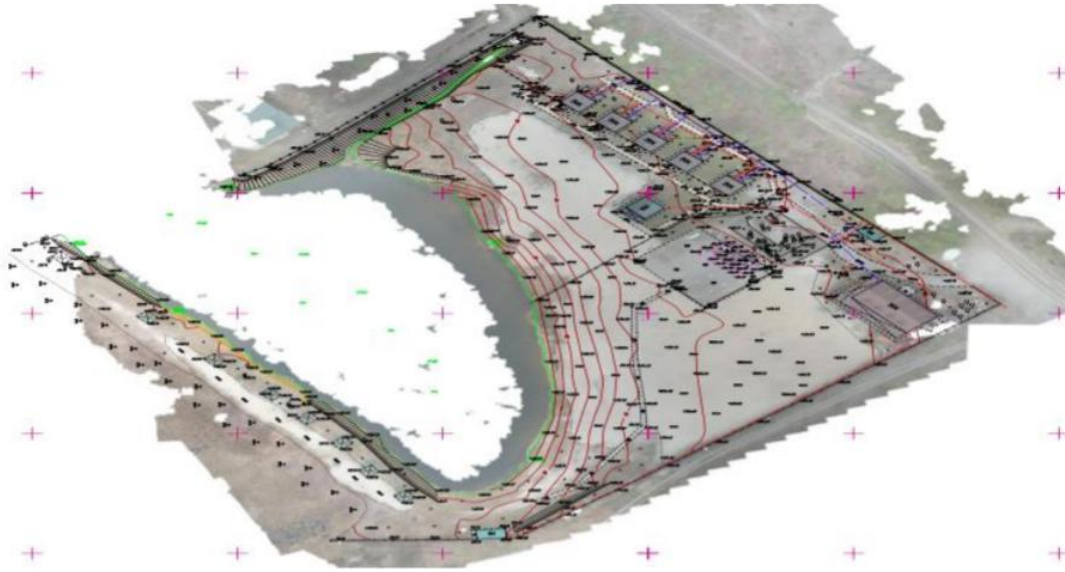


Рис. 9. Топографічний план побудований на основі GNSS – знімання

Іншими словами, з першого погляду очевидно, що круті схили не можуть бути показані на аерофотознімках, і є помітна різниця в способах зображення горизонталей. Однак, представлення об'єкта в плані однакове в обох методах. Іншими словами, план об'єкта, побудований на основі аерофотознімків, не має значних геометричних похибок.

Аерофотозйомка, безумовно, є одним з найпродуктивніших методів збору просторової інформації і є основою для виготовлення топографічних планів і карт, а також для побудови тривимірних моделей рельєфу і топографічних планів. За допомогою аерофотозйомки великі ділянки земної поверхні можна отримати у вигляді нерухомих зображень у вигляді аерофотознімків. Тому вона необхідна для географічних і гідрографічних досліджень, земельної та лісової зйомки, будівництва, сільського господарства та управління земельними ресурсами.

Таким чином, топографічна великомасштабна зйомка проводиться для інженерно-геодезичних вишукувань під час будівництва і повинна забезпечувати отримання топографо-геодезичних матеріалів і даних про ситуацію і рельєф місцевості (зокрема дна водотоків водойм і акваторій) існуючих будівлях і спорудах (наземних підземних і надземних) та інших елементах планування необхідних для комплексної оцінки природних і техногенних умов території (акваторії) будівництва і обґрунтування проектування будівництва експлуатації та ліквідації об'єктів а також створення і ведення державних кадастрів забезпечення управління територією проведення операцій з нерухомістю.

Аерознімання активно застосовуються на об'єктах малої і середньої площі (кар'єри, об'єкти транспортної інфраструктури, важкодоступна місцевість), там, де необхідна швидка оперативна зйомка високої точності для отримання ортофото і створення цифрових моделей місцевості (ЦММ). На сьогодні в результаті реалізації проекту Світового банку (Проект «Видача державних актів на право власності на землю у сільській місцевості та розвиток системи кадастру» № 4709 UA від 17 жовтня 2003 року) здійснено аерофотознімання понад 70% території України, створено ортофотокарти на територію понад 50% та індексні кадастрові карти – на територію 10%. Ці цифри свідчать про недостатній обсяг картографічних матеріалів (особливо великомасштабних карт) для

створення і наповнення якісною і актуалізованою інформацією національну кадастрову і реєстраційну систему, мати оперативну інформацію щодо стану земельних ресурсів, зокрема меліорованих земель. Отже, є нагальна потреба у використанні БПЛА для великомасштабного аерознімання та картографування територій [24].

Очевидно, що діючі нормативно-технічні документи в галузі топографічного картографування не враховують сучасні методи топографічного знімання, не повністю відповідають сучасному рівню розвитку геоінформаційних технологій та не задовольняють вимоги суспільства в якості, оперативності та достовірності геопросторових даних. По суті справи, діючі нормативно-технічні документи по топографічному картографуванню місцевості не тільки гальмують процес впровадження новітніх технологій, а навіть є перешкодою, бар'єром на шляху їх використання.

В свою чергу нині постає питання будування нових, відбудова та оптимізація колишніх меліоративних систем.

Для того аби точно відтворити геодезичну ситуацію на карті, необхідно здійснити зйомку території меліорації. Великомасштабна зйомка території є найдоцільнішою під час геодезичної зйомки меліоративних систем. Рівень розвитку і застосування сучасних технологій збирання геопросторових даних значно випереджає нормативну базу щодо них в Україні. Зважаючи на сучасне різноманіття зазначених вище методів збирання геопросторових даних, постає питання дослідження технологічних схем, точності, достовірності та оперативності знімань для перегляду нормативно-технічної документації забезпечення топографічного картографування, продукція якого б відповідала сучасним досягненням розвитку геоінформаційних технологій, вимогам і потребам інформаційного суспільства.

Обґрунтовано головні переваги та недоліки використання БПЛА для виконання топографо-геодезичних робіт, зокрема, переваги: більш швидке виконання робіт, можливість виконання великомасштабних знімань, безпечність, легкість у використанні, низька вартість; до недоліків віднесемо: неможливість проведення точного нівелювання при аерофотозйомці, значна залежність від погодних умов, відсутність можливості аналізу точності виконаних робіт одразу після їх виконання.

Технологія застосування БПЛА порівняно з існуючою дасть можливість вагомо здешевити процес створення кадастрових планів. Впровадження новітніх технологій для створення кадастрових карт і планів надасть можливість оперативно і об'єктивно наповнювати базу даних земельних інформаційних систем, що дозволить (у межах заданого масштабу) виводити геопросторову інформацію від рівня окремих об'єктів та земельних ділянок на рівень базових адміністративно-територіальних утворень, адміністративних районів та, за необхідності.

Список використаних джерел

1. Балюк С. А., Ромащенко М. І. Наукові аспекти сталого розвитку зрошення земель в Україні. Київ: ДІА, 2006. 32 с.
2. Балюк С. А., Ромащенко М. І. Проблеми зрошення в Україні в контексті зарубіжного досвіду. *Вісник ХДАУ*. 2000. № 1. С. 27–35.
3. Бондаренко Е. Л. Картографічне забезпечення оцінки стану земельних ресурсів. сучасних геодезичних технологій при розробці проектів із землеустрою. *Вплив кліматичних змін на просторовий розвиток територій Землі: наслідки та шляхи вирішення*: матеріали IV міжнар. наук.-практ. конф. (Херсон, 10-11 черв. 2021 р.) Херсон: ХДАЕУ, 2021. С. 50–53.
4. БПЛА Supercam S250: веб-сайт. URL: https://supercam.aero/assets/cache_image/assets/resourceimages/52/S255_video_gray_4_1500x1000_05f.png (дата звернення: 15.05.2023).
5. Ільків Є. Ю., Галярник М. В., Єршов М. О. Проблемні організаційні питання щодо складання кошторисів на топографо-геодезичні та земельно-кадастрові роботи сучасних геодезичних технологій при розробці проектів із землеустрою. *Вплив кліматичних змін на просторовий розвиток територій Землі: наслідки та шляхи вирішення*: матеріали IV міжнар. наук.-практ. конф. (Херсон, 10-11 черв. 2021 р.) Херсон: ХДАЕУ, 2021. С. 53–56.
6. Інженерні вишукування. URL: <https://core.ac.uk/download/52161114.pdf> (дата звернення: 12.03.2024).

7. Карпінський Ю. О., Лященко А. А. Стратегія формування національної інфраструктури геопросторових даних в Україні. Київ: НДІГК, 2006. 108 с.
8. Карпінський Ю. О., Лященко А. А. Топографічне картографування в національній інфраструктурі геопросторових даних. *Національне картографування: стан, проблеми та перспективи розвитку*. 2008. Вип. 3. С.52–60.
9. Карпінський Ю. О., Лященко А. А., Рунець Р. В. Уніфікація структури, правил кодування та цифрового опису векторних моделей у базах топографічних даних. URL: <https://softpro.ua/unifikacija-strukturi--pravil-koduvannja-ta-cifrovogo-opisu-vektornih-modele-u-bazah-topografichnih-danih> (дата звернення: 18.05.2023).
10. Мізіна С. К. Трубізька водогосподарська ландшафтно-технічна система: дис. на здобуття наукового ступеня доктора філософії. Вінниця. 171 с.
11. Мосов С. П., Хижняк В. В., Литовченко А. О., Ядченко Д. М. Класифікація, функції та завдання безпілотної авіації у сфері цивільного захисту України. *Цивільний захист та пожежна безпека*. 2021. № 2(12). С. 54–66.
12. Побудова системи моніторингу місцевості на базі безпілотних літальних апаратів: зб. наук. праць. 2016. Вип. 50. С. 50.
13. Порядок проведення топографо-геодезичних робіт. URL: <https://wiki.legalaid.gov.ua/index.php> (дата звернення: 29.03.2024).
14. Про внесення змін до законів України «Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність» та «Про землеустрій». URL: <https://ips.ligazakon.net/document/T130367> (дата звернення: 21.02.2024).
15. Про затвердження Порядку використання Державної геодезичної референцної системи координат УСК-2000 при здійсненні робіт із землеустрою. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/RE29776> (дата звернення: 25.02.2024).
16. Про затвердження Порядку створення та функціонування бази топографічних даних. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/view/MN027604> (дата звернення: 21.02.2024).
17. Романченко І. С., Данилюк С. Л., Чумаченко С. М. та ін. Моделі застосування інформаційно-телекомунікаційних технологій на основі безпілотних авіаційних комплексів у надзвичайних ситуаціях: монографія. Київ: НАУ, 2016. 232 с.
18. Ромащенко М. І. Наукові засади розвитку зрошення земель в Україні. Київ: Аграрна наука, 2012. 28 с.
19. Ромащенко М. І., Балюк С. А. Зрошення земель в Україні. Стан та шляхи поліпшення. Київ: Світ, 2000. 114 с.
20. Розум Р. І., Буряк М. В., Вітровий А. О. та ін. Геодезія та землеустрій: монографія / за заг. ред. Р. І. Розума. Тернопіль: ТНЕУ, 2020. 247 с.
21. Сидоренко В. Зрошення в Україні. Агробізнес сьогодні. URL: <http://www.agro-business.com.ua> (дата звернення: 13.05.2023).
22. Сосса Р. І. Топографічне картографування України (1917–1920): монографія. Київ: Наукова Думка, 2014. 384 с.
23. Створення ортофотоплану. URL: <https://magneticonemt.com/stvorennia-ortofotoplanu> (дата звернення: 10.05.2023).
24. Топографо-геодезичні та картографічні роботи. URL: <https://zempro.xyz/zyomka> (дата звернення: 17.05.2023).
25. Управління земельними ресурсами: підручник / упоряд.: В. В. Горлачук, В. Г. В'юн, І. М. Песчанська та ін./за ред. В. В. Горлачука. 2-ге вид., випр. і переробл. Львів: Магнолія, 2006, 2007. 443 с.
26. Цифрова модель рельєфу (ЦМР). URL: <https://def-c.com/ua/services/tsifrova-model-relefu> (дата звернення: 12.03.2024).
27. Drone Mapping. URL: https://www.mapsmadeeasy.com/drone_mapping (дата звернення: 15.03.2024).

References

1. Baliuk, S. A., Romaschenko M. I. (2006). *Naukovi aspekty staloho rozvytku zroshennia zemel v Ukraini*. Kyiv: DIA [in Ukrainian].
2. Baliuk, S. A., Romaschenko M. I. (2000). *Problemy zroshennia v Ukraini v konteksti zarubizhnogo dosvidu*. *Visnyk KhDAU*, 1, 27–35 [in Ukrainian].
3. Bondarenko, E. L. (2021). *Kartohrafichne zabezpechennia otsinky stanu zemel'nykh resursiv. suchasnykh heodezychnykh tekhnolohii pry rozrobtsi proektiv iz zemleustroiou. Vplyv klimatychnykh zmin na prostоровyi rozvytok terytorii Zemli: naslidky ta shliakhy vyrishennia*: proceedings of the international scientific-practical conference. Kherson: KhDAEU, 50–53 [in Ukrainian].
4. BPLA Supercam S250. URL: https://supercam.aero/assets/cache_image/assets/resourceimages/52/S255_video_gray_4_1500x1000_05f.png [in Ukrainian].
5. Ilkiv Ye. Yu., Haliarnyk M. V., Yershov M. O. (2021). *Problemni orhanizatsiini pytannia schodo skladannia koshtorysiv na topografo-heodezychni ta zemelno-kadastrovi roboty. suchasnykh heodezychnykh tekhnolohii pry rozrobtsi proektiv iz zemleustroiou. Vplyv klimatychnykh zmin na prostоровyi rozvytok terytorii Zemli: naslidky ta shliakhy vyrishennia*: proceedings of the international scientific-practical conference. Kherson: KhDAEU, 53–56 [in Ukrainian].
6. *Inzhenerni vyshukuvannia*. URL: <https://core.ac.uk/download/52161114.pdf> [in Ukrainian].
7. Karpinskyi, Yu. O., Liaschenko, A. A. (2006). *Stratehiia formuvannia natsionalnoi infrastruktury heoprostorovykh danykh v Ukraini*. Kyiv: NDIHK [in Ukrainian].

8. Karpinskiy, Yu. O., Liaschenko, A. A. (2008). Topohrafichne kartohrafuvannia v natsionalnii infrastrukturi heoprosstorovykh danykh. *Natsionalne kartohrafuvannia: stan, problemy ta perspektyvy rozvytku*, 3, 52–60 [in Ukrainian].
9. Karpinskiy, Yu. O., Liaschenko, A. A., Runets, R. V. Unifikatsiia struktury, pravyl koduvannia ta tsyfrovoho opysu vektornykh modelei u bazakh topohrafichnykh danykh. URL: <https://softpro.ua/unifikacija-strukturi--pravil-koduvannja-ta-cifrovogo-opisu-vektornih-modele-u-bazah-topografichnih-danih> [in Ukrainian].
10. Mizina, S. K. Trubizka vodohospodarska landshaftno-tekhnicna systema: dys. na zdobuttia naukovooho stupenia doktora filosofii. Vinnytsia. [in Ukrainian].
11. Mosov, S. P., Khyzhniak, V. V., Lytovchenko, A. O. (2021). Klasyfikatsiia, funktsii ta zavdannia bezpilotnoi aviatsii u sferi tsyvilnoho zakhystu Ukrainy. *Tsyvilnyi zakhyst ta pozhezhna bezpeka*, 2(12), 54–66 [in Ukrainian].
12. Pobudova systemy monitorynhu mistsevosti na bazi bezpilotnykh litalnykh aparativ, 50 [in Ukrainian].
13. Poriadok provedennia topografo-heodezychnykh robot. URL: <https://wiki.legalaid.gov.ua/index.php> [in Ukrainian].
14. Pro vnesennia zmin do zakoniv Ukrainy “Pro topografo-heodezychnu i kartohrafichnu diialnist” ta “Pro zemleustrii”. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/T130367> [in Ukrainian].
15. Pro zatverdzhennia Poriadku vykorystannia Derzhavnoi heodezychnoi referentsnoi systemy koordynat USK-2000 pry zdiisnenni robot iz zemleustroi. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/RE29776> [in Ukrainian].
16. Pro zatverdzhennia Poriadku stvorenna ta funktsionuvannia bazy topohrafichnykh danykh: URL: <https://ips.ligazakon.net/document/view/MN027604> [in Ukrainian].
17. Romanchenko, I. S., Danyliuk, S. L., Chumachenko, S. M. (2016). Modeli zastosuvannia informatsiino-telekomunikatsiinykh tekhnolohii na osnovi bezpilotnykh aviatsiinykh kompleksiv u nadzvychainykh sytuatsiiakh. Kyiv: NAU [in Ukrainian].
18. Romaschenko, M. I. (2012). Naukovi zasady rozvytku zroshennia zemel v Ukraini. Kyiv: Ahrarna nauka. [in Ukrainian].
19. Romaschenko, M. I., Baliuk, S. A. (2000). Zroshennia zemel v Ukraini. Stan ta shliakhy polipshennia. Kyiv: Svit. [in Ukrainian].
20. Rozum, R. I., Buriak, M. V., Vitrovyi, A. O. (2020). Heodeziia ta zemleustrii / za zah. red. R. I. Rozuma. Ternopil: TNEU. 247 [in Ukrainian].
21. Sydorenko V. Zroshennia v Ukraini. Ahrobiznes sohodni. URL: <http://www.agro-business.com.ua> [in Ukrainian].
22. Sossa, R. I. (2014). Topohrafichne kartohrafuvannia Ukrainy (1917–1920). Kyiv: Nauk. Dumka [in Ukrainian].
23. Stvorenna ortofotoplanu. URL: <https://magneticonem.com/stvorenna-ortofotoplanu> [in Ukrainian].
24. Topografo-heodezychni ta kartohrafichni roboty. URL: <https://zempro.xyz/zymka> [in Ukrainian].
25. Horlachuk V. V., Viun V. H., Peschanska I. M. (2007). Upravlinnia zemelnymy resursamy. Lviv: Mahnoliia [in Ukrainian].
26. Tsyfrova model reliefu (TsMR). URL: <https://def-c.com/ua/services/tsifrova-model-relefu> [in Ukrainian].
27. Drone Mapping. URL: https://www.mapsmadeeasy.com/drone_mapping [in Ukrainian].

ОСОБЛИВОСТІ НАСІННОГО ТА ВЕГЕТАТИВНОГО РОЗМНОЖЕННЯ *BUDDLEJA DAVIDII* FRANCH.

Вікторія Скакун

канд. біол. наук, старший викладач кафедри біології та здоров'я людини,

Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини

ORCID: 0000-0001-5161-123X

E-mail: skakyn_vika@meta.ua

*За сприятливих умов насіння *B. davidii* в Правобережному Лісостепу України дозріває у 2–3 декадах листопада, плодоношення рослина досягає через 2 роки після посіву, тоді ж спостерігаються перші плоди. З одного суцвіття утворюються 60–70 коробочок по 20–30 в одному пучку. Коробочки відкриті, загострені вгорі, складаються з двох частин. В одній коробочці утворюється близько 50 насінин. Крайній час для посіву насіння – третя декада березня. Насіння проростає без стратифікації. Рослини *B. davidii* в Правобережному Лісостепу України утворюють життєздатне насіння. Найкращий час для збору насіння – 2–3 декада листопада. Рекомендується поверхневий спосіб посіву. Стратифікувати насіння перед посівом не потрібно. Крайня схожість насіння спостерігається при температурі +20–25°C.*

Ключові слова: *Buddleja*; насіння; сіянці; стратифікація; розмноження; озеленення; суцвіття.

PECULIARITIES OF SEED AND VEGETATIVE PROPAGATION OF *BUDDLEJA DAVIDII* FRANCH.

Viktorija Skakun

candidate of biological sciences, senior lecturer at the department of biology and human health, Pavlo Tychyna Uman state pedagogical university

ORCID: 0000-0001-5161-123X

E-mail: skakyn_vika@meta.ua

*Under favorable conditions, the seeds of *B. davidii* in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine ripen in 2–3 decades of November, the plant reaches fruiting in 2 years after sowing, and the first fruits are observed at the same time. From one inflorescence 60–70 capsules are formed, 20–30 in one bunch. The capsules are open, pointed at the top, and consist of two parts. About 50 seeds are formed in one box. The best time to sow the seeds is the third decade of March. The seeds germinate without stratification. *B. davidii* plants in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine produce viable seeds. The best time for seed collection is 2–3 decade of November. Surface sowing is recommended. There is no need to stratify the seeds before sowing. The best germination of seeds is observed at a temperature of +20–25°C.*

Keywords: *Buddleja*; seeds; stratification; seedlings; breeding; gardening; inflorescence.

Buddleja davidii Franch. є високо декоративною рослиною. Однак, ця рослина не достатньо використовується в озелененні на території України. Це пов'язано з її поганою морозостійкістю, через що вона майже щороку обмерзає до основи, а в суворі зими вимерзає повністю. Рід *Buddleja* налічує багато видів, які відрізняються за забарвленням, формою та розміром суцвіття, часом цвітіння. Вивчення видів цього роду має велике значення для збагачення квітково-декоративного асортименту рослини. В останні десятиліття будлея завоювала прихильність садівників-любителів по всій Європі завдяки своїй декоративності, рясному і тривалому цвітінню та чудовому медовому аромату, що випромінюється з її численних квіток. Коли будлея цвіте, її кущі приваблюють комах-запилювачів, серед яких багато метеликів.

Використання представників роду *Buddleja* у зеленому будівництві Правобережного Лісостепу України, як цінних декоративних рослин, потребує значної кількості садивного матеріалу, який на даний момент практично відсутній. Для досягнення широкого поширення цих рослин на території досліджуваного регіону необхідно вивчити їх

біологічні особливості та вдосконалити методи розмноження. Ми з'ясували, що на теренах України, даних про особливості насінного розмноження та плодоношення видів роду *Buddleja* практично немає.

Насінне розмноження має велике практичне значення для введення нових видів. Цей метод дозволяє рослинам стати більш стійкими до негативних факторів навколишнього середовища у наступних поколіннях. Рослини, вирощені з насіння, мають довгий термін існування. Однак, при генеративному розмноженні цінні ознаки і характеристики материнських рослин можуть передаватися лише обмеженій кількості насінин або не передаватися взагалі, тому цей метод використовується переважно для селекційної роботи. Наші дослідження щодо особливостей насінного розмноження є дуже актуальними, оскільки вони дають можливість вченим-селекціонерам збагатити колекції декоративно-цінних рослин новими сортами роду *Buddleja* та покращити стан зелених насаджень у парках, дендропарках, містах та населених пунктах.

Пророщування насіння проводили в контрольованих лабораторних умовах при температурі повітря 22–25°C. Насіння пророщувалися у чашках Петрі, на фільтрувальному папері та у горщиках з ґрунтом. У горщиках насіння висівалися поверхнево з незначним мульчуванням. За результатами фенологічних спостережень визначалася ступінь досягання насіння, залежно від суми температур та показників схожості насіння при різних температурах. Були досліджені етапи онтогенезу сіянців *B. davidii* Franch. За даними фенологічних спостережень у 2014 році насіння декоративних форм *B. davidii* Franch. не досягло стиглості, а в 2015 році ми отримали 90% стиглого насіння. Тому виникло питання про чинники, які призводять до таких результатів. Було підраховано суму активних температур протягом вегетаційного періоду та суму температур у листопаді місяці. (місяць, коли дозріває насіння) (табл.1).

Таблиця 1

Ступінь досягання насіння *B. davidii* Franch. залежно від суми температур

Рік	Сума активних температур °С	Сума температур листопада °С	Ступінь досягання насіння %
2014	1718 °С	142°C	0%
2015	1166 °С	190°C	90%

Хоча сума активних температур у 2014 році (1718°C) була вищою ніж у 2015 (1166°C), проте сума температур листопада (коли досягає насіння) у 2014 році становила 142°C, а в 2015 році – 190°C, на основі чого ми припускаємо, що на формування життєздатного насіння впливає саме температура в період його досягання.

За даними науковців та за нашими спостереженнями, *B. davidii* Franch. є анемохорним видом. При дозріванні в коробочці утворюється приблизно 50 насінин. Насіння має овальну форму з прозорими крильцями з боків і розлітається в межах 100 м від материнської рослини (табл. 2). У природних умовах вирощування, при достатній температурі повітря, насіння проростає з утворенням самосівів. Насіння тонке, ниткоподібне, потовщене в центрі, довжиною 0,5 мм, масою 0,14–0,15 мг на тисячу насінин. Колір варіюється від жовтого до світло-коричневого. Термін сівби 2–3 березня. Насіння сорту *B. davidii* Franch. При проростанні, насіння не стратифікується. При збільшенні глибини загортання насіння на 0,3–0,5 см схожість ґрунту не перевищує 5%, при глибині загортання насіння 1 см насіння не проростає. Однак при посіві в ґрунт насіння може опинитися в надто сухому ґрунті і не прорости, тому необхідні регулярні внесення дрібнодисперсної вологи. Схожість насіння 90–95%

Таблиця 2

Характеристика насіння сортів *B. davidii* Franch.

Вид, місце зростання	Розміри насінини			Маса насінини, мг 1000 шт.	Форма насінини	Поверхня насінини	Забарвлення поверхні
	Довжина, мм	Ширина, мм	Товщина, мм				
<i>B. davidii</i> «Pink Delight»	0,5–0,7	0,3	0,1–0,2	0,014	видовжена	гладенька	світло-коричневе
<i>B. davidii</i> «White Ball»	0,6	0,2	0,1–0,2	0,015	видовжена	гладенька	світло-коричневе
<i>B. davidii</i> «PurplePrince»	0,5	0,2	0,3	0,015	видовжена	Гладенька	світло-коричневе
<i>B. davidii</i> «Royal Red»	0,7	0,4	0,2	0,017	видовжена	Гладенька	світло-коричневе

Визначали також період спокою насіння при різних температурах, час отримання великої кількості сходів та лабораторний термін проростання (табл. 3).

Результати показали, що насіння, висіяне при температурі +10–15°C, може дати велику кількість сходів за 10–12 днів із лабораторною схожістю 65–70%, а при температурі +20–25°C: отримують велику кількість сходів – через 8–10 днів, лабораторна схожість при цьому досягне 90–95%. Тому краще отримувати розсаду з великою кількістю насіння. Досліджувані сорти *B. davidii* можуть бути отримані в інтервалі температур +20–25°C, що є оптимальною для їх проростання.

Таблиця 3

Визначення показників схожості насіння *B. davidii* Franch. за різних температур

T °C	Період спокою, діб	Період отримання масових сходів, діб	Схожість, %
+10–15	–	10–12	65–70
+20–25	–	8–10	90–95

При вивченні онтогенезу проростків *B. davidii* встановлено, що проростання насіння є повітряним. Після розриву насінини з'являється брунька із залишками сперматодеми. На

5–6 день оболонка насіння опадає і з'являється перша пара сім'ядолей. При поверхневому посіві оболонка насіння виносить на поверхню. Період від посіву до розростання сім'ядолі листків сходів 8–10 днів. Середня висота сіянів на стадії сім'ядолі становить 0,5–0,8 см, головний корінь не помітний (рис.1). Перші справжні листочки у розсади з'являються через 20–25 днів після появи сходів. Кожні 10–12 днів буде з'являтися новий листок.

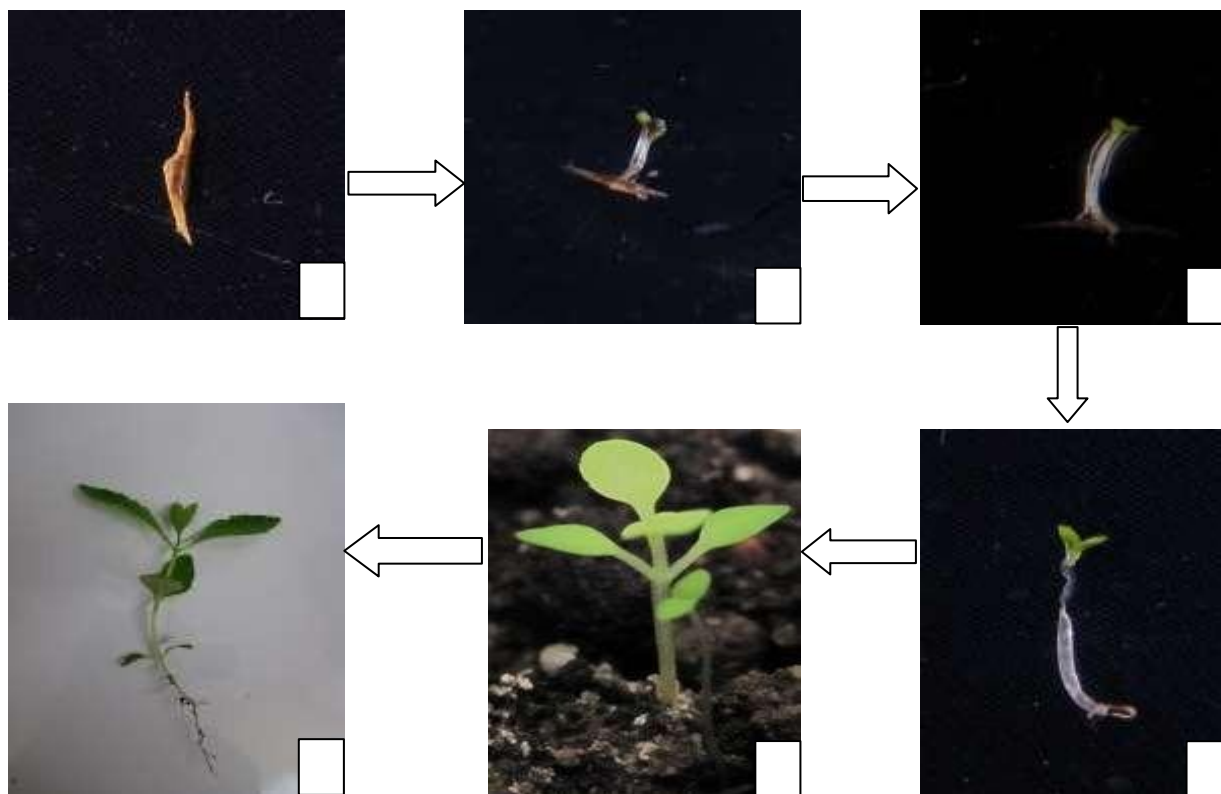


Рис. 1. Етапи онтогенезу представників роду *B. davidii* (а – насінина; б – проростання насінини; в – поява перших сім'ядолі листків; г – поява корінця; д – проросток з чотирма листками; е – сіянець зі справжніми листками та корінцем)

При насінневому розмноженні декоративні ознаки відібраних клонів і форм в більшості випадків не передаються або передаються частково. Тому для розмноження сортів (культivarів) і гібридів, що мають декоративну цінність, широко застосовують нестатеві способи розмноження (живцювання, ділення кущів, щеплення і клональне мікророзмноження). Розмноження стебловими живцями є найпоширенішим способом нестатевого розмноження. Щоб живці прижилися, в теплиці створюють оптимальні температурно-вологі та освітлювальні умови. Ефективність роботи залежить від віку материнської рослини, успішності її росту і розвитку, фізіологічного стану заготовлених живців, часу і способу заготівлі та підготовки до посадки в субстрат. Зовнішні умови, створені на місці вкорінення, а також якість і особливості догляду за живцями під час укорінення.

У зв'язку із сезоном року, коли було заготовлено живці, і залежно від стадії сезонного розвитку пагонів, відрізняють способи живцювання зимовими (здерев'янілими) та літніми (зеленими, напівздерев'янілими) стебловими живцями, або зимове та літнє живцювання. Нами було проведено живцювання однорічними зеленими та здерев'янілими пагонами.

Дослідження проводилися у 2014–2017 роках. Для розмноження були відібрані однорічні пагони *B. davidii*, що ростуть в умовах НДП «Софіївка» НАН України.

Для літніх живців заготовляли живці з зеленою корою, з базальної та медіальної частин пагонів, з двома-трьома міжвузлями, завдовжки 10–20 см. На пагоні залишали не менше трьох бруньок. Листки із живців видаляли. Живці, крім контролю, обробляли стимуляторами росту: Стимовітом та Корневіном. Контроль – свіжозрізані живці, які висаджувались у парник без обробки та води.

Субстрат, для вкорінення живців у парниках, складався з трьох шарів: перший – пісок (до 5 см), другий – суміш торфу, ґрунту і піску (до 25 см), третій – щебінь (до 15 см).

Впродовж 2014–2017 років розмноження зеленими живцями проводили 10 червня, 10 липня, 20 липня. У кожному варіанті живцювали по 30 живців. Нижній зріз робили під кутом 45 градусів, верхній – прямий.

Утворення калюсу, після початку живцювання, спостерігали через 25±3 діб. Через 40±5 діб спостерігали утворення коренів.

Залежно від типу стимулятора, одержали різну кількість укоріненних рослин (табл. 4).

Таблиця 4

**Вплив стимуляторів росту на укорінення стеблових живців *B. davidii*
(2014–2017 роки)**

Стимулятори росту	Кількість укоріnenних живців, %	Калюсоутворення, %	Кількість живців, які загинули, %
Контроль (без стимулятора росту)	24,3±1,12	39,5±1,72	36,2±1,13
«Корневін» (1000 мг) (гумусові речовини – до 2%, N–2%, P–3,6%, K–2,6%, Mg–0,2 мг/л, Mn–50 мг/л, Zn–25 мг/л, Cu– 50 мг/л, Ca–5 мг/л, pH–7,5–8,5)	58,6±2,53	28,7±1,17	12,7±0,58
«Стимовіт» (25 мг) (ІМК)	69,2±2,76	24,3±1,08	6,5±0,43

З'ясовано, що найбільший відсоток укоріnenних живців, ми отримали при використанні стимулятора росту «Стимовіт» (69,2±2,76), відсоток укоріnenних живців при використанні стимулятора «Корневін» становить 58,6±2,53 (табл. 4).

Укорінені рослини залишали на зиму у парниках, роблячи для них укриття. Навесні рослини висаджували у відкритий ґрунт.

Оскільки *B. davidii* може взимку вимерзнути до кореневої шийки, проводити живцювання у теплиці у лютому, березні чи квітні не рекомендується, бо заготовлені живці можуть бути мертвими.

Як відомо, усі види які розмножуються живцюванням можна розмножувати відсадками. Представники роду *Buddleja* L., за нашими спостереженнями, розмножуються відсадками (рис. 2).

Проте цей спосіб досить трудомісткий і його доцільно застосовувати для рослин які важко укорінюються, а також погано розмножуються насінням. Так як досліджувані рослини досить легко вкорінюються та розмножуються насінням, застосовувати метод розмноження відсадками для них недоцільно.



Рис. 2 Розмноження відсадками *B. davidii* Franch.

Отже, сорти *B. davidii* у Правобережному Лісостепу України утворюють життєздатне насіння лише за сприятливої температури в період досягання насіння (у листопаді сума ефективних температур 190°C забезпечує дозрівання насіння, 142°C – ні).

Найкращими строками заготівлі насіння є кінцевий термін досягання насіння – друга, третя декада листопада. Передпосівної обробки насіння не потребує. Оптимальними строками посіву у теплиці можна вважати третю декаду березня. Для насіння *B. davidii* та її сортів є обов'язковим поверхневий висів.

Краща схожість насіння спостерігається за оптимальної температури $+20\text{--}25^{\circ}\text{C}$, а саме для: *B. d.* «Purple Prince» – 85%, *B. d.* «Royal Red» – 90%, *B. d.* «Pink Delight» – 95%, *B. d.* «White Ball» – 95%.

При розмноженні *B. davidii* стебловими живцями найбільший відсоток укоріненних живців отримано при використанні стимулятора росту «Стимовіт» ($69,2\pm 2,7$), відсоток укоріненних живців при використанні стимулятора «Корневін» становить $58,6\pm 2,5$.

Список використаних джерел:

1. Весельська Р. Р. Розмноження представників роду *Weigela* Thunb. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2013. Вип. 23(6). С. 346–350. URL: http://nltu.edu.ua/nv/Archive/2013/23_6/71.pdf (дата звернення 27.03.2024).
2. Грабовий В. М. Біологічні основи інтродукції видів роду *Platanus* L. в Правобережному Лісостепу України та перспективи використання в культурі: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук: 03.00.05 Київ, 2003. 19 с.
3. Деревья и кустарники, культивируемые в Украинской ССР. Покрытосеменные. / за ред. Н. А. Кохно. Київ: Наук. думка, 1986. С. 232–238.
4. Іващенко І. Є. Насіннєве розмноження *Thuja plicata* Don. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2014. Вип. 24(8). С. 20–25. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvntu_2014_24 (дата звернення 28.03.2024).
5. Маурер В. М., Кушнір А. І. Методичні рекомендації з розмноження деревних декоративних рослин Ботанічного саду НУБіП України. Київ: Вид-во НУБіП України, 2008. 55 с.
6. Brown K. The weed status and ecology of *Buddleia davidii* in the Orongorongo Valley (Tararua Ecological District). Wellington, New Zealand: Victoria University, 1990. URL: <http://www.cabi.org/isc/abstract/20077202038> (дата звернення 27.03.2024).
7. Miller A. The distribution and ecology of *Buddleja davidii* Franch. in Britain, with particular reference to conditions supporting germination and the establishment of seedlings. Oxford, UK: Oxford Polytechnic, 1984. URL: <http://www.cabi.org/isc/abstract/20077202104> (дата звернення 27.03.2024).
8. Tallent-Halsell N. G., Watt M. S. The invasive *Buddleja davidii* (Butterfly Bush). *Botanical Review*. 2009. Vol. 75(3). P. 292–325.
9. Webb C. J., Sykes W. R., Garnock-Jones P. J. Flora of New Zealand. New Zealand: Department of Scientific and Industrial Research, 1988. 1365 p.

References

1. Veselska, R. R. (2013). Rozmnozheniya predstavnikov rodu *Weigela* Thunb. *Naukovyy visnyk NLTU Ukrayiny*, 23(6), 346–350. URL: http://nltu.edu.ua/nv/Archive/2013/23_6/71.pdf [in Ukrainian].
2. Hrabovyy, V. M. (2003). Biologichni osnovy introduktsiyi vydiv rodu *Platanus* L. v Pravoberezhnomu Lisostepu Ukrayiny ta perspektyvy vykorystannya v kulturi. Kyiv: NAN Ukrayiny, Nats. botan. sad im. M. M. Hryshka [in Ukrainian].
3. Kokhno, N. A. (1986). Derevyta i kustarniki, kultiviruemye v Ukrainskoy SSR. Pokrytosemnyye. Spravochnoe posobie [in Russian].
4. Ivashchenko, I. Ye. (2014). Nasinnyeve rozmnozheniya *Thuja plicata* Don. *Naukovyy visnyk NLTU Ukrayiny*, 24(8), 20–25 URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnlto_2014_24 [in Ukrainian].
5. Maurer, V. M. (2008). Metodichni rekomendatsiyi z rozmnozheniya derevnykh dekoratyvnykh roslin Botanichnoho sadu NUBiP Ukrayiny. Kyiv: Vyd-vo NUBiP Ukrayiny [in Ukrainian].
6. Brown, K. (1990). The weed status and ecology of *Buddleia davidii* in the Orongorongo Valley (Tararua Ecological District). Wellington, New Zealand: Victoria University. URL: <http://www.cabi.org/isc/abstract/20077202038> [in Ukrainian].
7. Miller, A. (1984). The distribution and ecology of *Buddleia davidii* Franch. in Britain, with particular reference to conditions supporting germination and the establishment of seedlings. Oxford, UK: Oxford Polytechnic. URL: <http://www.cabi.org/isc/abstract/20077202104>
8. Tallent-Halsell, N. G., and Watt, M. (2009). The invasive *Buddleia davidii* (Butterfly Bush). *The Botanical Review*, 75(3) 292–325.
9. Webb, C. J., Sykes, W. R. and Garnock-Jones, P. J. (1988). Flora of New Zealand. Vol. 4. New Zealand: Department of Scientific and Industrial Research.

ОЦІНКА ЗАСТОСУВАННЯ БІОСОРБЦІЙНОГО МЕТОДУ ОЧИЩЕННЯ ПОВЕРХНЕВИХ СТІЧНИХ ВОД В РАЙОНІ НОВОЇ УМАНІ (Р. УМАНКА)

Світлана Совгіра

доктор педагогічних наук, професор кафедри хімії та екології,
Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини
ORCID: 0000-0002-8742-7773
E-mail: sovgirasvitlana@gmail.com

У статті за результатами теоретичного та експериментального дослідження обґрунтовано доцільність та умови застосування біосорбційного методу для очищення поверхневих стічних вод, що характеризуються значною забрудненістю органічними речовинами та сполуками азоту. Встановлено, що для очищення поверхневого стоку від органічних забруднень і сполук азоту доцільно застосовувати біологічні методи. Розкрито, що найбільш ефективно реалізовувати біологічне очищення поверхневого стоку в біологічних реакторах на носіях, що володіють сорбційною активністю по відношенню до забруднень, що видаляються і не потребують регенерації.

За результатами дослідження з поверхневим стоком з території автошляху Київ-Одеса в районі Нової Умані (р. Уманка) підтверджено ефективність біосорбційного методу для глибокого очищення поверхневого стоку від розчинених органічних речовин, сполук азоту забруднень (нафтопродуктів, формальдегіду, етиленгліколю тощо) до нормативів ГДК рибогосподарської водойми.

Ключові слова: технологічна оцінка; застосування; біосорбційна технологія; очищення; поверхневі стічні води; міська річка; концентрація; мінеральні та органічні домішки; речовини техногенного походження; бактеріальне забруднення.

ASSESSMENT OF THE APPLICATION OF THE BIOSORPTION METHOD OF SURFACE WASTEWATER TREATMENT IN THE REGION OF NOVA UMAN (RIVER UMANKA)

Svitlana Sovhira

doctor of pedagogical sciences, professor at the department of chemistry and ecology, Pavlo Tychyna Uman state pedagogical university
ORCID: 0000-0002-8742-7773
E-mail: sovgirasvitlana@gmail.com

The article, based on the results of theoretical and experimental research, substantiates the expediency and conditions of using the biosorption method for the treatment of surface wastewater characterized by significant contamination with organic substances and nitrogen compounds. It has been established that it is advisable to use biological methods to clean surface runoff from organic pollution and nitrogen compounds. It was revealed that it is most effective to implement biological treatment of surface runoff in biological reactors on carriers that have sorption activity in relation to pollutants that are removed and do not require regeneration.

It is proposed to operate the biosorber in different modes, which differ in the residence time of water in the reactor and the concentration of pollutants in the effluent: mode 1 (with preliminary coagulation) - the residence time of water in the active zone of the biosorber is 88 minutes, mode 2 (with preliminary coagulation) - the residence time of water in the active zone of the biosorber 40 minutes, mode 3 (without coagulation) – the average residence time of water in the active zone of the biosorber is 12 minutes, mode 4 (without coagulation with the addition of ethylene glycol and ammonium nitrogen) – the average residence time of water in the active zone of the biosorber is 12 minutes.

Obtained data on the purification of runoff from organic substances, assessed by chemical oxygen consumption and biological oxygen consumption, petroleum products, ammonium nitrate in a wide range of their concentrations in source water as a result of research on real surface runoff from the territory of highways of the settlement, which lasted for 3 months.

The effectiveness of the biosorption method for deep cleaning of surface runoff from dissolved organic substances, nitrogen compounds and pollutants (petroleum products, ethylene glycol, etc.) up to the standards of the maximum permissible concentration of a fishery reservoir was confirmed according to the results of a study with surface runoff from the territory of the Kyiv-Odesa highway in the area of Nova Uman (Umanka river).

Keywords: technological assessment; application; biosorption technology; purification; surface wastewater; urban river; concentration; mineral and organic impurities; man-made substances; bacterial pollution.

Більше половини жителів землі проживає у містах, і з кожним роком відсоток міського людства дедалі збільшується. Екологічне благополуччя мегаполісів багато в чому залежить від стану міської річки або водойми, що приймає стічні води. У міських річках найбільш поширеними забруднювачами є важкі метали, токсичні органічні речовини, нітритні та амонійні солі азоту. Зростає роль дифузного забруднення річок від донних відкладень та з поверхневих вод з навколишніх територій.

Прикладом міського водотоку є річка Уманка, що відчуває на собі різноманіття антропогенних впливів: різноманітність стоків, зміну гідрологічного і температурного режиму, значну частку (понад 55%) побутових біологічно очищених стоків. Тому актуальність дослідження обумовлена:

у теоретичному аспекті – оцінкою ролі окремих чинників антропогенного впливу та потенційних можливостей самоочищення міської річки, виявленням залежностей характеру самоочищення від різних чинників навантаження;

у прикладному – тією обставиною, що виявлені закономірності можуть слугувати для інженерних рішень щодо регулювання якості водного середовища міста, а також для підвищення інформативності моніторингу річки та прогнозування її екологічного стану.

Скидання поверхневих стоків промислових підприємств і селитебних зон є характерним чинником, що спричинив серйозне забруднення водойм. Самоочисна здатність водойм у більшості випадків не забезпечує їх відновлення. Це призводить до збільшення у вододжерелі вмісту органічних речовин і біогенних елементів (сполуки азоту та фосфору), що зрештою зумовлює погіршення загальної екологічної ситуації в країні. Негативний вплив поверхневого стоку особливо сильно проявляється на невеликих водотоках та водоймищах, розташованих у великих містах та промислових центрах, оскільки до 50% від загальної кількості забруднюючих речовин, що надходять у водоймища, вноситься з поверхневим стоком.

Поверхневі стічні води характеризуються значними концентраціями нафтопродуктів до 100 мг/л, органічних забруднень за БСК – до 300 мг/л, ХСК – до 500 мг/л; вміст біогенних елементів становить до 70 мг/л за амонійним азотом.

Для очищення поверхневого стоку застосовуються в основному фізико-хімічні методи очищення, проте вони недостатньо ефективні для видалення розчинених органічних речовин та сполук азоту.

Для видалення з поверхневих стічних вод органічних забруднень та сполук азоту в технологічній схемі їхнього очищення нерідко застосовують біологічні споруди. Однак, різкі коливання витрати і складу поверхневого стоку, а також низькі температури протягом тривалого часу, не дозволяють широко застосовувати традиційні біологічні методи.

У той же час очищення поверхневого стоку біологічним методом має науковий і практичний інтерес, оскільки має ряд переваг, і є деструктивним методом і практично не вимагає застосування дорогих витратних матеріалів.

Відтак, актуальність дослідження викликана необхідністю розвитку технологій та ефективних споруд для очищення поверхневих стічних вод від органічних речовин та сполук азоту біологічним методом, а також створення методики розрахунку споруд біологічного очищення, що враховує якісні та кількісні характеристики поверхневого стоку.

Дослідженням процесів очистки стічних вод, методів оцінки якісного стану донних відкладів водних об'єктів та техногенного впливу підприємств на стан водойм, біоіндикації стану гідроекосистем за морфологічними характеристиками, використанню природних та абсорбтивних субстанцій для очищення природних та стічних вод присвячені доробки

науковців Т. Айрапетяна [1], Д. Верниченко-Цветкова [2], М. Клименко [5], С. Матіюк [10], О. Винарчук [3], М. Забокрицької [4], О. Кляченко [6], О. Семінської [11], П. Хоружого [12].

Основними забруднюючими компонентами поверхневого стоку, що формується на селитебних територіях міст, є продукти ерозії ґрунту, що змиваються з газонів і відкритих ґрунтових поверхонь, пил, побутове сміття, компоненти дорожніх покриттів, що вимиваються, і будівельних матеріалів, що зберігаються на відкритих майданчиках, а також різні нафтопродукти, що потрапляють на поверхню водозбору внаслідок несправностей автотранспорту та іншої техніки. Специфічні забруднюючі компоненти виносяться поверхневим стоком з територій промзон або потрапляють до них з приземної атмосфери [8, с.104].

Усі забруднюючі речовини, наявні у поверхневому стоку населених територій, у дослідженні З. Малецького класифіковані, як:

- мінеральні та органічні домішки природного походження, що утворюються в результаті адсорбції газів з атмосфери та ерозії ґрунту: грубодисперсні домішки (частки піску, глини, гумусу тощо), а також розчинені органічні та мінеральні речовини;
- речовини техногенного походження в різному фазово-дисперсному стані: нафтопродукти, компоненти дорожніх покриттів, що вимиваються, сполуки важких металів, СПАР тощо, перелік яких залежить від профілю місцевої промисловості;
- бактеріальне забруднення, що надходять у водостік при поганому санітарно-технічному стані території та каналізаційних мереж [9, с.14].

Для великих міст із населенням понад 1 млн. жителів надходження забруднюючих речовин із поверхневим стоком у водоприймачі зі своїх територій становить близько 50% загального забруднення [7, с.21].

За розрахунками фахівців, із загальної кількості забруднюючих речовин, що містяться у всіх видах стічних вод, що відводяться з території міста, на частку поверхневого стоку припадає: біля 78% зважених речовин, 20% органічних речовин (за БСК) та 68% нафтопродуктів (О. Винарчук [3], М. Забокрицька [4], О. Кляченко [6]).

Талі води зазвичай містять у 1,5–2 рази більше завислих речовин, ніж дощові. Леткі домішки дощового, талого та мийного стоків становлять біля 30% загальної маси завислих речовин. У талому стоку з території міста міститься значна кількість хлоридів. Практично всі види стоків містять значну кількість органічних речовин, відрізняються високою окислювальністю та вмістом нафтопродуктів. У таблиці 1 наведено орієнтовні середньорічні концентрації забруднень у дощових та талих стоках, інфільтраційних водах.

Органічні речовини в поверхневому стокові містяться в розчиненому та нерозчиненому стані.

Таблиця 1

Орієнтовні середньорічні концентрації забруднень (мг/л) в поверхневому стокові

Показники забруднення	Дощові води	Талі води	Інфільтраційні води
Завислі речовини	300–600	600–1200	30–50
ХСК	90–120	150–200	40–60
БСК ₂	40–80	70–150	25–40
БСК ₅	20–30	40–60	8–12
Азот амонійний (N)	8–10	18–20	5–7
Фосфати (P)	0,5–0,8	1,2–1,8	0,4–0,5
Нафтопродукти	7–12	10–15	2–4

Дані за Т. Айрапетян [1]

На частку суспензованих домішок припадає близько 90% загальної кількості речовин, що біологічно окислюються, наявних у поверхневому стокові.

Аналіз наукових джерел показав, що дослідниками опрацьовані значні масиви питань, стосовно проблеми очищення міських стічних вод. Проте маловивченим залишається аспект застосування біосорбційної технології очищення поверхневих стічних вод.

Мета статті: здійснити оцінку застосування біосорбційної технології очищення поверхневих стічних вод (на прикладі р. Уманка).

Експериментальні дослідження з очищення поверхневого стоку з території автошляху Київ-Одеса у районі Нової Умані (р. Уманка) проводилися протягом 95 діб на основі застосування активованого вугілля. Дослідження здійснювалося при температурі 18–20°C. Методика кількісного визначення вмісту нафтопродуктів у воді ґрунтується на екстрагуванні нафтопродуктів органічними розчинниками з подальшим вимірюванням оптичної густини розчину. Оптичні густини стандартних розчинів вимірювалися на фотоелектроколориметрі згідно інструкції з експлуатації приладу. Після заміру оптичної густини всіх розчинів будувався градувальний графік, відкладаючи по осі абсцис відомі концентрації нафти, а по осі ординат – відповідні їм значення оптичної густини. За одержаним значенням оптичної густини визначалася концентрація нафти, користуючись градульованим графіком. Для визначення ХСК застосовано дихроматний метод, в якому окислення органічних речовин проводиться сумішшю $K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4$ в присутності каталізатора Ag_2SO_4 при кип'ятінні.

Поверхневий стік з території автошляху характеризується наявністю в стоку органічних забруднень за ХСК від 60 до 170 мг/л (при середній концентрації 97 мг/л), за БСК – від 34 до 100 мг/л (при середній концентрації 60 мг/л). Співвідношення БСК/ХСК вхідної води становить 0,55 мг/л. У стоку присутні нафтопродукти в концентраціях від 1 до 50 мг/л та етиленгліколь. Для зниження концентрації нафтопродуктів перед подачею на біосорбери стік піддавався коагуляції. Як коагулянт використовувався Аква-Аурат в дозах за Al_2O_3 40–100 мг/л. Мало місце зниження органічних забруднень ХСК у середньому до 66 мг/л і нафтопродуктів до 2,6 мг/л. Концентрація азоту амонійного у стоку після коагуляції в середньому становила 5,1 мг/л, концентрація азоту нітритів не перевищувала 0,5 мг/л; азоту нітратів – 4,3 мг/л; рН води – 7,7.

У процесі досліджень біосорбер працював у різних режимах, що відрізняються часом перебування води в реакторі та концентрацією забруднень у стоку:

1. режим (з попередньою коагуляцією) – час перебування води в активній зоні біосорбера 88 хвилин, концентрація органічних забруднень за ХСК до 80 мг/л (в середньому 61,4 мг/л);
2. режим (з попередньою коагуляцією) – час перебування води в активній зоні біосорбера 40 хвилин, концентрація органічних забруднень за ХСК до 100 мг/л (в середньому 69,8 мг/л);
3. режим (без коагуляції) – середній час перебування води в активній зоні біосорбера 12 хвилин, концентрація органічних забруднень за ХСК до 100 мг/л (в середньому 74,9 мг/л);
4. режим (без коагуляції з додаванням етиленгліколю та амонійного азоту) – середній час перебування води в активній зоні біосорбера 12 хвилин, концентрація органічних забруднень за ХСК до 340 мг/л (в середньому 198,2 мг/л).

Динаміка зміни концентрації органічних забруднень у процесі очищення на біосорбері подана на рисунку 1.

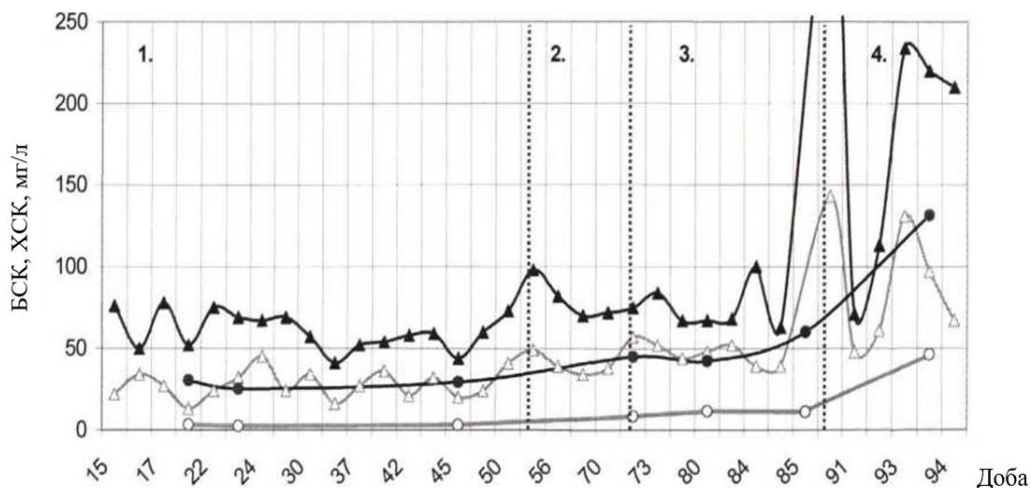


Рис. 1. Динаміка зміни органічних забруднень за ХСК та БСК у процесі очищення на біосорбері з автошляху:

▲ — вхідна вода, ХСК, △ — очищена вода, ХСК; ● — вхідна вода, БСК; ○ — очищена вода, БСК.

При роботі біосорбера у першому режимі (низькі навантаження) після формування та адаптації біоценозу ефективність очищення становила в середньому за ХСК – 55% та за БСК – 90% (рис. 2, 3).

При концентрації органічних забруднень за БСК у вхідній воді до 30 мг/л, в очищеній воді цей показник не перевищував у середньому 2,8 мг/л, що демонструє можливість очищення поверхневого стоку з території автошляхів населеного пункту від органічних забруднень до нормативів ГДК рибного водоймища (3 мг/л).

Зі зменшенням часу перебування води з 88 до 30 хвилин ефективність очищення від органічних забруднень знизилася до 50% за ХСК, окислювальна потужність біосорбера зростає за ХСК з 567 г/м³ добу до 1517 г/м³ добу та за БСК з 437 г/м³ добу до 787 г/м³.

У режимі високих навантажень за БСК 17,8 мг/г добу та 41 мг/г добу (відповідно, 3 і 4 режими) за однакового часу перебування (12 хвилин) ефективність очищення за ХСК становила 35 і 50%, за БСК – 80% та 65%.

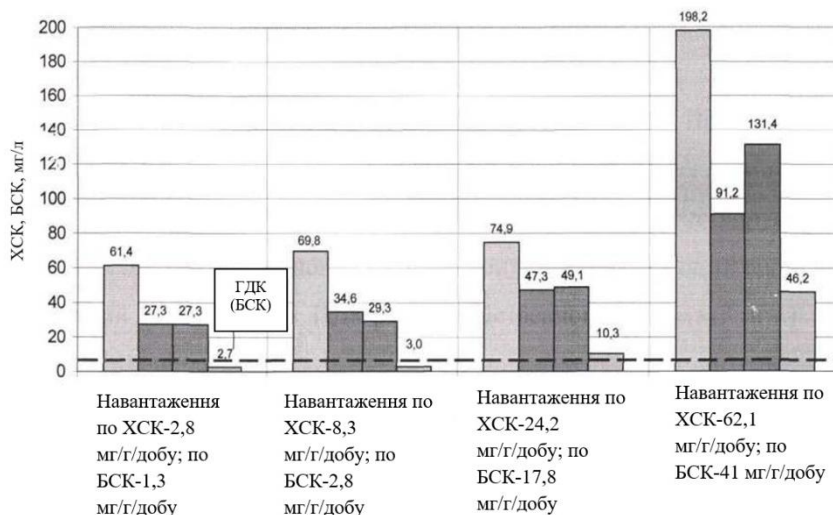


Рис. 2. Зниження органічних забруднень з ХСК та БСК на біосорбері з автошляху:

■ — вхідна вода, ХСК; ■ — очищена вода, ХСК; ■ — вхідна вода, БСК%; ■ — очищена вода, БСК.

Зниження ефективності очищення супроводжується збільшенням окисної потужності біосорбера до 3236 г/м³ добу за ХСК і 4488 г/м³ добу за БСК (3 режим). При подальшому збільшенні концентрації органічних речовин (4 режим) ефективність

очищення ХСК зростає до 50%, що пов'язано зі значним розвитком на поверхні зерен завантаження біоплівки (товщиною до 0,5 мм) і значного підвищення концентрації мікроорганізмів у шарі завантаження. Це, у свою чергу, викликало додаткове видалення важкоокислюваних органічних речовин.

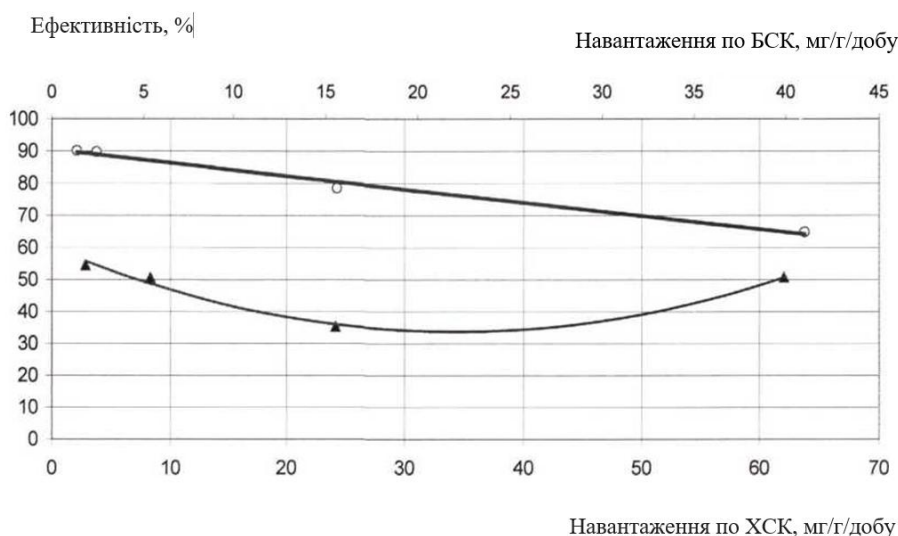


Рис. 3. Ефективність видалення органічних забруднень ХСК та БСК на біосорбері з автошляхів населеного пункту:
 ▲ – ефективність; ХСК, ○ – ефективність, БСК.

Окислювальна потужність біосорбера за ХСК (4 режим) становила 12200 г/м³ добу і БСК 9684 г/м³ добу. Концентрація органічних речовин за ХСК знижувалася з 198,2 мг/л до 91,2 мг/л і БСК з 131,4 до 46,2 мг/л (рис. 3).

У стоку, що подається на лабораторну установку, були наявні нафтопродукти в концентраціях від 0,4 до 5,8 мг/л (у середньому 2,6 мг/л). Концентрація нафтопродуктів в очищеній воді змінювалася від 0,02 мг/л до 0,25 мг/л (середнє значення 0,06 мг/л), залежно від навантаження по нафтопродуктах, яке змінювалося від 0,1 до 1 мг/г добу (рис. 4).

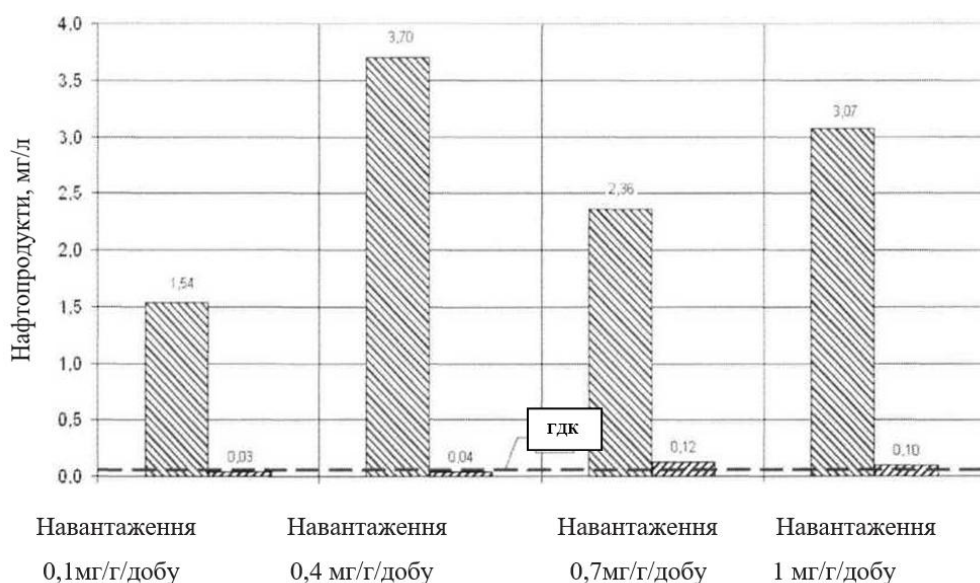


Рис. 4. Зниження концентрації нафтопродуктів на біосорбері з автошляхів населеного пункту: ▨ вхідна вода; ▩ очищена вода.

Зі збільшенням навантаження на нафтопродукти зниження ефективності їх видалення було незначним – з 98% до 96% (рис. 5).

При навантаженнях менше 0,5 мг/г добу досягалася якість очищеного стоку, що відповідає нормативам ГДК рибогосподарського водоймища – 0,05 мг/л. Нафтопродукти знижувалися з 1,54 – 3,7 мг/л до 0,03 – 0,04 мг/л.

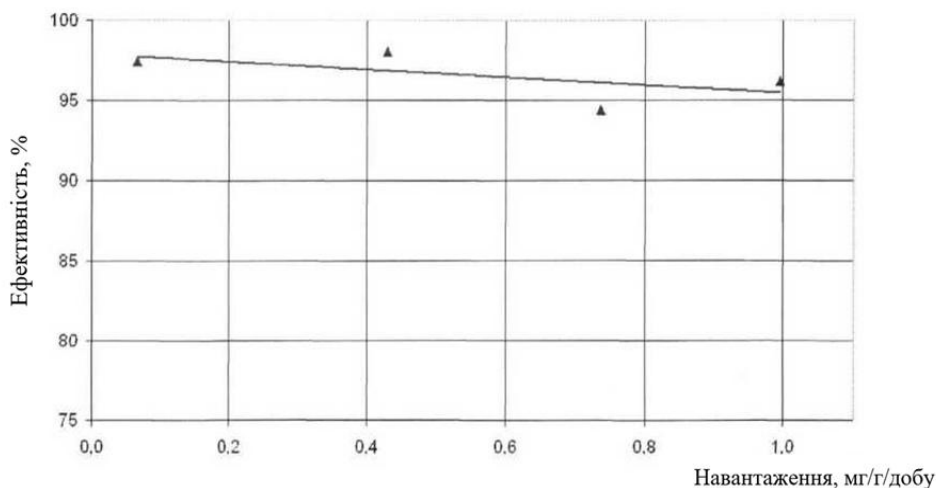


Рис. 5. Ефективність видалення нафтопродуктів на біосорбери з автошляху:

▲ ефективність, %

Наявність нафтопродуктів у стічній воді за даних концентраціях не позначалася несприятливим чином на ефективності процесів нітрифікації (рис. 6). Протягом усього експерименту у біосорбери інтенсивно протікав процес нітрифікації (рис. 6). При збільшенні навантаження за амонійним азотом з 0,2 до 6,5 мг/г добу відбувалося зниження ефективності очищення з 95% до 89% (рис. 7).

При роботі в режимі навантаження до 0,2 мг/г за добу спостерігалася зниження концентрації азоту амонійного з 4,8 до 0,27 мг/л, тобто нижче нормативу ГДК рибогосподарського водоймища (0,39 мг/л).

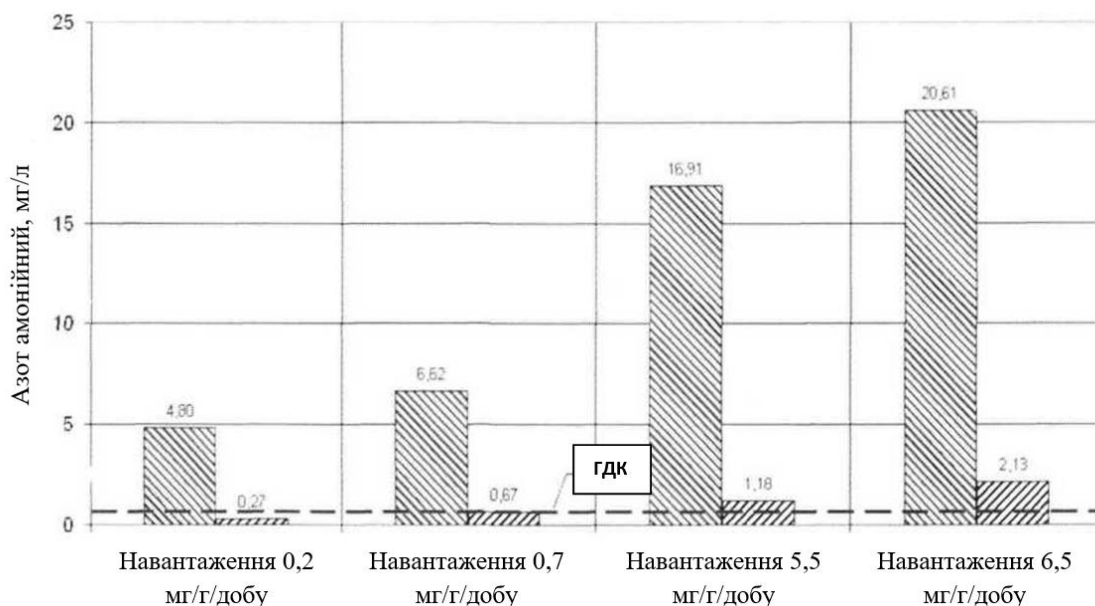


Рис. 6. Зниження концентрації азоту амонійного на біосорбери з автошляху:

▨ вхідна вода; ▩ очищена вода.

При роботі біосорберів в усіх режимах концентрація нітритів змінювалася не більше 0,003–0,16 мг/л. Концентрація нітратів в очищеній воді, при роботі в першому та другому

режимах становила 2,3–3,6 мг/л і при роботі в третьому та четвертому 7,74 та 11,51 мг/л, відповідно, при їх вмісті у вхідній воді у концентраціях 0,5–2 мг/л.

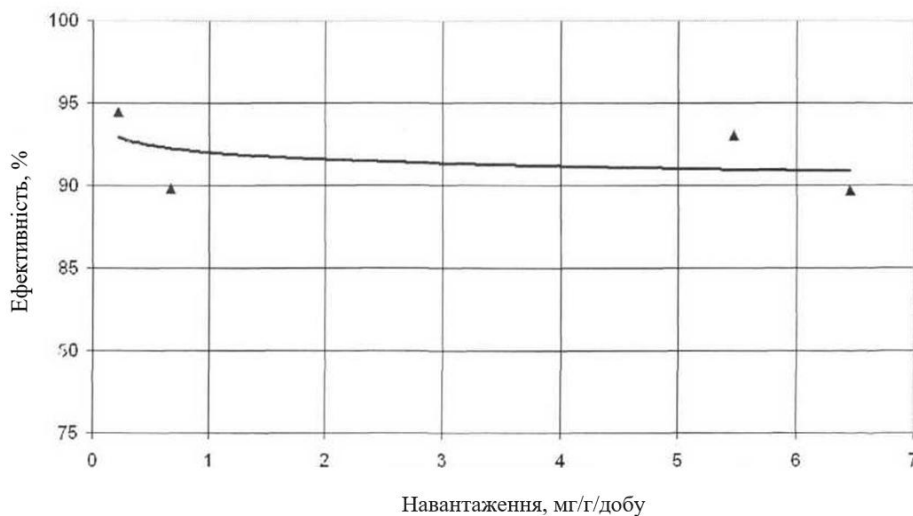


Рис. 7. Ефективність видалення азоту амонійного на біосорбері з автошляху:

▲ ефективність, %

Проведені дослідження показали можливість глибокого очищення поверхневого стоку в апаратах з псевдозрідженим шаром завантажувального матеріалу від органічних речовин, сполук азоту та специфічних забруднень, у тому числі нафтопродуктів, до нормативів ГДК рибогосподарського призначення.

У процесі теоретичного та експериментального дослідження обґрунтовано доцільність та умови застосування біосорбційного методу для очищення поверхневих стічних вод, що характеризуються значною забрудненістю органічними речовинами та сполуками азоту.

Аналіз наукових джерел показав, що для очищення поверхневого стоку від органічних забруднень і сполук азоту доцільно застосовувати біологічні методи. Найбільш ефективно реалізовувати біологічне очищення поверхневого стоку в біологічних реакторах на носіях, що володіють сорбційною активністю по відношенню до забруднень, що видаляються і не потребують регенерації.

Дослідження з поверхневим стоком з територій автошляху Київ-Одеса в районі Нової Умані (р. Уманка) підтвердило ефективність біосорбційного методу для глибокого очищення поверхневого стоку від розчинених органічних речовин, сполук азоту забруднень (нафтопродуктів, формальдегіду, етиленгліколю тощо) до нормативів ГДК рибогосподарської водойми.

Список використаних джерел

1. Айрапетян Т. С. Технологія очистки стічних вод: конспект лекцій для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за спеціальністю 194 – Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології). Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2021. 120 с.
2. Верниченко–Цветков Д. Ю. Аналіз методів оцінки якісного стану донних відкладів водних об'єктів. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. Київ: ВГЛ «Обрії», 2007. Т. 12. С. 31–40.
3. Винарчук О. О. Екологічна оцінка якості поверхневих вод басейнів річок Лівобережного лісостепу України за критеріями мінералізації води та забруднення компонентами сольового складу. *Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія 4: Географія і сучасність*. 2014. №. 20. С. 78–84.
4. Забокрицька М. Р. Методичні рекомендації з вивчення забруднення природних вод у курсі «Раціональне використання та охорона водних ресурсів». Луцьк: Вежа-Друк, 2021. 36 с.
5. Клименко М. О., Бедункова О. О. Біоіндикація стану гідроекосистем за морфологічними та цитогенетичними характеристиками гомеостазу риб. Рівне: НУВГП, 2017. 302 с.
6. Кляченко О. Л., Мельничук М. Д., Іванова Т. В. Екологічні біотехнології: теорія і практика: навч. посібн. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2015. 254 с.

7. Косовець Г., Ніколаєнко М. Інновації в забезпеченні екологічної безпеки якісної води. *Продовольча індустрія АПК*. 2017. № 6. С. 18–22.
8. Маджд С. М. Оцінка техногенного впливу авіапідприємств на стан водойм. *Екологічна безпека та природокористування*: зб. наук. праць. Київ, 2014. Вип. 14. С. 101–106.
9. Малецький З. В. Гібридні сорбенти та їх використання в процесах очищення води від феруму та арсену: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.17.21. Київ, 2013. 20 с.
10. Матіюк С. М., Грубінко В. В. Використання природних та абсорбтивних субстанцій для очищення природних та стічних вод *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету ім. Володимира Гнатюка. Серія: Біологія*. 2019. № 4. С. 69–85.
11. Семінська О. О., Кучерук Д. Д., Балакіна М. М., Гончарук В. В. Очищення міських стічних вод мембранними методами. *Доповіді Національної академії наук України*. 2016. № 11. С. 112–116.
12. Хоружий П. Д., Стасюк С. Р., Мосійчук Я. Б. Методика інженерних розрахунків біореакторів для біологічного очищення природних і доочищення стічних вод. *Меліорація і водне господарство*. 2018. № 1. С. 11–16.

References

1. Airapetian, T. S. (2021). Tekhnolohiia ochystky stichnykh vod. Kharkiv: KhNUMH im. O. M. Beketova [in Ukrainian].
2. Vernychenko–Tsvetkov, D. Yu. (2007). Analiz metodiv otsinky yakisnoho stanu donnykh vidkladiv vodnykh ob'ektiv. *Hidrolohiia, hidrokimiia i hidroekolohiia*, 12, 31–40 [in Ukrainian].
3. Vynarchuk, O. O. (2014). Ekolohichna otsinka yakosti poverkhnevyykh vod basiniv richok Livoberezhnoho lisostepu Ukrainy za kryteriiamy mineralizatsii vody ta zabrudnennia komponentamy solovoho skladu. *Naukovyi chasopys NPU imeni M. P. Drahomanova. Serii 4: Heohrafiia i suchasnist*, 20, 78–84 [in Ukrainian].
4. Zabokrytsk, M. R. (2021). Metodychni rekomendatsii z vychennia zabrudnennia pryrodnykh vod u kursii “Ratsionalne vykorystannia ta okhrona vodnykh resursiv”. Lutsk: Vezha-Druk [in Ukrainian].
5. Klymenko, M. O., Bedunkova O. O. (2017). Bioindykatsiia stanu hidroekosystem za morfolohichnymy ta tsytohennychnymy kharakterystykamy homeostazu ryb. Rivne: NUVHP [in Ukrainian].
6. Kliachenko, O. L., Melnychuk, M. D., Ivanova, T. V. (2015). Ekolohichni biotekhnolohii: teoriia i praktyka. Vinnytsia: TOV «Nilan-LTD» [in Ukrainian].
7. Kosovets, H., Nikolaienko, M. (2017). Innovatsii v zabezpechenni ekolohichnoi bezpeky yakisnoi vody. *Prodovolcha industriia APK*, 6, 18–22 [in Ukrainian].
8. Madzhd, S. M. (2014). Otsinka tekhnogennoho vplyvu aviapidpriemstv na stan vodoim. *Ekolohichna bezpeka ta pryrodokorystuvannia*, 14, 101–106 [in Ukrainian].
9. Maletskyi, Z. V. (2013). Hibrydni sorbenty ta yikh vykorystannia v protsesakh ochyshchennia vody vid ferumu ta arsenu. *Extended abstract of candidate's thesis*. Kyiv [in Ukrainian].
10. Matiuk, S. M., Hrubinko, V. V. (2019). Vykorystannia pryrodnykh ta absorbtivnykh substansii dlia ochyshchennia pryrodnykh ta stichnykh vod. *Naukovi zapysky Ternopilskoho natsionalnoho pedahohichnoho universytetu im. Volodymyra Hnatiuka. Serii: Biolohiia*, 4, 69–85 [in Ukrainian].
11. Seminska, O. O., Kucheruk, D. D., Balakina, M. M., Honcharuk, V. V. (2016). Ochyshchennia miskykh stichnykh vod membrannymy metodamy. *Dopovidi Natsionalnoi akademii nauk Ukrainy*, 11, 112–116 [in Ukrainian].
12. Khoruzhyi, P. D., Stasiuk, S. R., Mosiichuk, Ya. B. (2018). Metodyka inzhenernykh rozrakhunkiv bioreaktoriv dlia biolohichnoho ochyshchennia pryrodnykh i doochyshchennia stichnykh vod. *Melioratsiia i vodne gospodarstvo*, 1, 11–16 [in Ukrainian].

Наукове видання

ПРИРОДНИЧІ НАУКИ ТА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

Випуск 1

Видається в авторській редакції

Підписано до друку 29.05.24. Формат 60x84/16
Папір офсетний. Ум. друк. арк. 6,04
Тираж 120 прим. Замовлення №

Видавничо-поліграфічний центр «Візаві»
20300, м. Умань, вул. Тищика, 18/19, вул. Садова, 2
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
ДК № 2521 від 08.06.2006.
тел. (04744) 4-64-88, 3-51-33, (067) 104-64-88
vizavi-print.jimbo.com
e-mail: vizavi008@gmail.com
vizavisadova@gmail.com