



УДК: 574.6+574.5

DOI 10.35433/naturaljournal.2.2023.57-68

ВПЛИВ ЗВОРОТНИХ ВОД ЖЕЖЕЛІВСЬКОГО ГРАНІТНОГО КАР'ЄРУ НА ФОРМУВАННЯ РОСЛИННИХ УГРУПОВАНЬ

О. В. Медвідь¹, І. Ю. Коцюба², І. В. Хом'як³

Робота присвячена дослідженню впливу скиду зворотних вод на динаміку та стан рослинних угруповань Жежелівського гранітного кар'єру. Метою дослідження є вивчення впливу зворотних вод на рослинні угруповання території планової діяльності Приватного акціонерного товариства «Жежелівський кар'єр». Для досягнення мети були поставлені такі завдання: дослідити і класифікувати рослинні угруповання на території планової діяльності Жежелівського гранітного кар'єру; встановити провідні фактори, які змінюються під час викидів зворотних вод; спрогнозувати ймовірний екологічний вплив зворотних вод на раритетні компоненти біоти.

Територія Жежелівського родовища гранітів це типовий антропогенний ландшафт із високим рівнем антропогенної трансформації, великою часткою перелогів та чагарників. Біота досліджуваної території складається із тривіальної, часто синантропної флори та фауни. Вони представлені поширеними для цього району зональними видами. Рослини досліджуваної території належать до 11 класів, 12 порядків, 14 союзів та 18 асоціацій за класифікацією Браун-Бланке. На території родовища не виявлено оселищ, видів флори та фауни, які віднесені до Червоної книги України, Зеленої книги України, додатків до резолюцій

Бернської конвенції. Під дію впливу скидів зворотних вод потрапляють прибережні екосистеми із автотрофними блоками у вигляді класів рослинності *Phragmiti-Magnosarcicetea* та *Salicetea virginea*. Скидання зворотних вод із Жежелівського кар'єру стабілізує існування евтрофних прибережних оселищ із асоціаціями рослинності *Phragmitetum australis* та *Turphetum angustifoliae*. Також за рахунок підвищення багаторічного режиму зволоження в

¹ Директор

Товариства із обмеженою відповідальністю «ЕКО-МБ»
м. Житомир, Житомирська обл., Україна
e-mail: eko-mb@ukr.net

² кандидат біологічних наук,

старший викладач кафедри екології та географії
(Житомирський державний університет імені Івана Франка)
м. Житомир, Житомирська обл., Україна
e-mail: is-p-ko@ukr.net

ORCID: 0000-0002-1875-4973

³ кандидат біологічних наук, доцент,

доцент кафедри екології та географії
(Житомирський державний університет імені Івана Франка)
м. Житомир, Житомирська обл., Україна
e-mail: khotyakiwan@gmail.com

ORCID: 0000-0003-0080-0019

прибережних ділянках покращується стан асоціації *Salici-Populetum*, яка на березі річок, за межами зони планової діяльності, може набувати статусу раритетного оселища (G1.11.

Riverine Salix woodland). За показниками природної динаміки та рівня антропогенної трансформації прибережні оселища є еугемеробними екосистемами на стадії переходу від трав'яної до деревно-чагарникової стадії автогенної сукцесії. Підняття рівня води за рахунок скиду зворотних вод сприятиме їхньому відновленню та поверненню до менш трансформованого стану.

Ключові слова: екосистеми, антропогенна трансформація, природна динаміка, скид зворотних вод.

INFLUENCE OF ZHEZHELEVSKY GRANITE QUARRY WASTEWATER ON THE FORMATION OF PLANT COMMUNITIES

O. V. Medvid, I. Y. Kotsiuba, I. V. Khomiak

The work is devoted to studying the impact of reclaimed water discharge on the dynamics and state of plant communities in the Zhezheliv granite quarry. The purpose of the study is to study the effect of return water on plant communities in the territory of the planned activity of the Private Joint-Stock Company "Zhezhelivsky Quarry". To achieve the goal, the following tasks were set: to investigate and classify plant groups in the territory of the planned activity of the Zhezheliv granite quarry; to establish the leading factors that change during the release of return waters; to predict the probable environmental impact of reclaimed waters on rare components of the biota. The territory of the Zhezheliv granite deposit is a typical anthropogenic landscape with a high level of anthropogenic transformation with a large share of fallows and shrubs. The biota of the studied territory consists of trivial, often synanthropic flora and fauna. They are represented by zonal species common to this area. The vegetation of the studied area belongs to 11 classes, 12 orders, 14 unions, and 18 associations according to the Brown-Blanquet classification. No settlements, species of flora, and fauna, which are included in the Red Book of Ukraine, the Green Book of Ukraine, and annexes to the resolutions of the Berne Convention, were found on the territory of the deposit.

Coastal ecosystems with autotrophic blocks in the form of vegetation classes *Phragmiti-Magnocaricetea* and *Salicetea purpurea* are affected by return water discharges. The discharge of reclaimed water from the Zhezheliv quarry stabilizes the existence of eutrophic coastal habitats with *Phragmitetum australis* and *Typhetum angustifoliae* vegetation associations. Also, by increasing the long-term wetting regime in the coastal areas, the condition of the *Salici-Populetum* association improves, which on the banks of rivers outside the zone of planned activity can acquire the status of a rare habitat (G1.11. *Riverine Salix woodland*). According to indicators of the dynamics of natural dynamics and the level of anthropogenic transformation, coastal habitats are euhemerobic ecosystems at the stage of transition from the herbaceous to the tree-shrub stage of the autogenic succession. Raising the water level due to the discharge of Reclaimed waters will contribute to their restoration and return to a less transformed state.

Key words: ecosystems, anthropogenic transformation, natural dynamics, return water discharge.

Вступ

Ставлення суспільства до довкілля еволюціонувало разом із суспільними відносинами, світоглядними концепціями та поширеними технологіями. З початку історії людства і до сьогодні воно залишається антропоцентричним. У дописемний період історії людина, відповідно до свого анімістичного світогляду, вважала себе рівноправною частиною природи, але намагалася піднятися над нею, вірячи в свою ексклюзивну здатність здійснювати магичні ритуали.

З приходом неолітичної господарської революції основою її світогляду стала діяльність антропоморфних богів покровителів стихій та ремесел. Перші держави трансформували ці уявлення так, щоб окремі представники еліти ставали рівними із цими богами. В ці часи починає панувати думка про богоподібність людини, яка зберігається аж до епохи індустріалізації. Коли науково-технічний прогрес почав витісняти релігійні концепції із суспільного життя, ідея того, що людина – цар

природи і природа є лише її ресурсом, була перенесена в новітні часи. З настанням екологічної кризи в середині ХХ століття, здавалося б антропоцентризм мав відступити. Однак, з'являється його продовження, згідно із яким людина є головною загрозою для біосфери. Це породило кілька природоохоронних концепцій, які виявилися не лише неспроможними вирішити проблеми із довкіллям, а й завдали йому шкоди (Хом'як, 2019).

Людський вплив на довкілля потрібно розглядати, оминаючи суб'єктивізм релігії, масової свідомості та філософії. Антропогенний фактор є рівнозначним із усіма іншими факторами і може класифікуватися як різновид біотичного фактора (Хом'як, 2018). Він відрізняється лише своїми масштабами в межах вузьких локалітетів та постійною новизною, до якої не встигають вироблятися еволюційні механізми включення в біосферні цикли. Однак, людина при цьому не є винятком. Від часів кисневої катастрофи і до утворення біогенних осадових гірських порід це могли робити й інші групи живих організмів. При цьому, вони здійснювали це в планетарних масштабах не менших за сучасні, викликані нашою діяльністю. Отже, кожен вплив людини на довкілля потрібно розглядати із наукою об'єктивністю, не навішуючи ярликів про те що «людина – цар природи» чи «людина губитель природи» (Wolters at al., 1973).

Одним із таких випадків є скиди зворотних вод із гірничих виробітків (Bischel at al., 2013; Lopes at al., 2015; Ofori at al., 2021). Оскільки під час видобування корисних копалин накопичені у виробітку дощові та підземні води можуть контактувати із гірськими породами, відмінними за фізико-хімічним складом від типових водоносних горизонтів, то їхні характеристики мають бути під постійним моніторингом (Jones at al., 2021). Також існують ризики

надходження забруднюючих речовин від транспорту, видобувних механізмів та вибухових робіт. Однак, кожну ситуацію потрібно розглядати окремо (Helgeson, 2009). У зв'язку з глобальною перебудовою клімату проблема забезпечення водними ресурсами стала однією із наймасштабніших. Найбільше страждають від цього малі річки помірної зони. Їхній водний баланс знижується та стає нерегулярним. На сьогодні дуже актуально подолати системну кризу водозабезпечення та водорегулювання малих річок (Zhang & Babovic, 2012). Для цього вишукуються різні джерела – від відновлення природних джерел і заповідання витоків річок, до удосконалення природоохоронного законодавства щодо землекористування в долинах річок (Хом'як та ін., 2021). Невід'ємною частиною цієї проблеми є економічне питання. Особливо воно гостро стоїть в бідних країнах, які знаходяться в політично нестабільній ситуації або в стані війни (Alpatova at al., 2022; Tow, 2021; Voulvoulis, 2018). На жаль, Україна є в цьому списку країн із підвищеними ризиками (Хом'як та ін., 2022). У зв'язку із цим актуальним є комплексне дослідження впливу зворотних вод на комплекси екосистем малих річок та території планової діяльності.

Мета статті

Метою дослідження є вивчення впливу зворотних вод на рослинні угруповання території планової діяльності Приватного акціонерного товариства «Жежелівський кар'єр».

Для досягнення мети були поставлені такі завдання:

- дослідити і класифікувати рослинні угруповання на території планової діяльності Жежелівського гранітного кар'єру;
- встановити провідні фактори, які змінюються під час викидів зворотних вод;
- спрогнозувати ймовірний екологічний вплив зворотних вод на раритетні компоненти біоти.

Матеріал та методи

Матеріалами дослідження є стандартні геоботанічні описи, які було зроблено в 2021 році на території планової діяльності Приватного акціонерного товариства «Жежелівський кар'єр». Жежелівське родовище гранітів ділянки Північна та Південна знаходиться в південно-східній околиці с. Жежелів Козятинського району Вінницької області. Жежелівське родовище гранітів ділянки Північна та Південна розробляється з 1910 року. Площа родовища складає 54,9 га. У користуванні Приватного акціонерного товариства «Жежелівський кар'єр» для здійснення планованої діяльності знаходяться земельні ділянки загальною площею 80,3156 га.

Польові дослідження рослинності проводилися за стандартними маршрутно-експедиційними та стаціонарними методами. Камеральні дослідження включали в себе класифікацію рослинних угруповань через обробку стандартних геоботанічних описів із використанням програми TURBOVEG for Windows (Hennekens, 2009). Оселища визначалися за їхніми автотрофними блоками згідно із класифікацією Браун-Бланке (Westhoff & Maarel, 1973) відповідно до Національного каталогу біотопів України (Дубина та ін. 2019; Davies, Moss, 2004). Синфітоіндикаційний аналіз здійснювався із використанням шкали Дідуха-Плюти (Дідух і Плюта, 1994; Дідух, 2012). Антропогенний фактор вимірювався за шкалою Дідуха-Хом'яка (Дідух і Хом'як, 2007; Хом'як та ін., 2020). Показник динаміки встановлювався за оригінальною методикою, розробленою в лабораторії теорії екосистем Житомирського державного університету імені Івана Франка (Khomiak et al., 2019).

Вимірювання показників якості води здійснювалися лабораторією ТОВ «Еко-МБ». Проби відбиралися із зворотних вод, а також у річці Каолінова (притока Гнилоп'яті, басейну

р. Дніпро) вище та нижче за течією місця скиду.

Встановлювалася наявність раритетних компонентів біоти до яких було віднесено види та оселища із Червоного списку МСОП, Європейського Червоного списку, додатків та резолюцій Бернської конвенції, Червоної книги України (в останній редакції відповідно до наказу Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України №111 від 15 лютого 2021 року) та Зеленої книги України (згідно із постановою Кабінету Міністрів України від 29 серпня 2002 р. № 1286). Список регіонально рідкісних видів (ті, які є рідкісними в межах області, але не занесені до Червоної книги України) затверджений рішенням Вінницької обласної ради від №1139 від 25 жовтня 2010 року (Категорії, 2017; Червона ..., 2009).

Результати та обговорення

За результатами обстеження встановлено, що на досліджуваній території було відмічено оселища такого типу:

- 1) водні та прибережно-водні;
- 2) перелоги на стадії кореневищних злаків;
- 3) перелоги на стадії формування угруповань фанерофітів;
- 4) похідні ліси;
- 5) прибережні лісо-чагарникові утворення;
- 6) широколистяні ліси;
- 7) справжні луки;
- 8) виходи скельних порід;
- 9) рудеральні угруповання.

На досліджуваній території спостерігаються рослинні угруповання таких класів: Phragmiti-Magnocaricetea Klika in Klika et Novak 1941, Molinio-Arrhenatheretea R.Tx 1937, Sedo-Scleranthetetea Br.-Bl. 1955, Epilobietea angustifolii Tx. et Preising ex von Rochow 1951, Quercetea pubescentis Doing Kraft ex Scamoni et Passarge 1959, Rhamno-Prunetea Rivas Goday et Borja Carbonell ex Tüxen 1962, Robinietae Jurco ex Hadac et Sofron 1980, Polygono arenastri-Poëtea annuae Rivas-Martínez 1975, Plantagenetea majoris Tx. et

Preising ex von Rochow 1951, Artemisietea vulgaris Lohmeyer et al. ex von Rochow 1951.

Рослинність досліджуваної території належить до 11 класів, 12 порядків, 14 союзів та 18 асоціацій, виділених за методами еколого-флористичної класифікації Браун-Бланке. Синтаксономічна схема рослинності регіону має такий вигляд:

Phragmiti-Magnocaricetea Klika in Klika et Novak 1941: Phragmitetalia Koch 1926: Phragmition Koch 1926: Phragmitetum australis Savič 1926, Typhetum angustifoliae Pignatti 1953.

Molinio-Arrhenatheretea R.Tx 1937: Galietalia veri Mirk. et Naum. 1986: Agrostion vinealis Sipaylova, Mirk., Shelyag et V.Sl. 1985: Agrostion vinealis-Calamagrostietum epigeioris (Shelyag et al., 1981) Shelyag, V.Sl. et Sipaylova 1985, Agrostietum vinealis-tenuis Shelyag et al. 1985;

Sedo-Scleranthetetea Br.-Bl. 1955: Sedo-Scleranthetalia Br.-Bl. 1955: Hyperico perforati-Scleranthion perennis Moravec 1967: Thymo pulegioidis-Sedetum sexangularis Didukh et Kontar 1998.

Epilobietea angustifolii Tx. et Preising ex von Rochow 1951: Galeopsio-Senecionetalia sylvatici Passarge 1981: Fragarion vescae Tüxen ex von Rochow 1951: Calamagrostietum epigii Juraszek 1928.

Rhamno-Prunetea Rivas Goday et Borja Carbonell ex Tüxen 1962: Prunetalia spinosae R.Tx 1952: **Союз Lamio purpurei-Acerion tatarici Fitsailo 2007** Pruno stepposae-Aceretum tatarici Fitsailo 2007

Quercetea pubescentis Doing Kraft ex Scamoni et Passarge 1959: Quercetalia pubescenti-petreae Klika 1933: Союз Aceri tatarici-Quercion Zolyomi 1957.

Robinietea Jurco ex Hadac et Sofron 1980: Sambucetalia racemosae Oberd. ex Doing 1962: Sambuco-Salicion capreae Tx. et Neum et Oberd.1957: Salicetum capreae Schreier 1955.

Salicetea purpurea Moor 1958: Salicetalia purpureae Moor 1958: Salicion

albae de Soó 1951: Salici-Populetum Meijer Drees 1936.

Polygono arenastri-Poëtea annuae Rivas-Martínez 1975: Polygono arenastri-Poëitalia annuae Tx. in Géhu et al. 1972 corr. Rivas Martínez et al. 1991: Saginion procumbentis Tüxen et Ohba in Géhu et al. 1972: Herniarietum glabrae (Hohenester, 1960) Hejný et Jehlík 1975, Poetum annuae Gams 1927.

Plantagenetea majoris Tx. et Preising ex von Rochow 1951: Potentillo-Polygonetalia avicularis R. Tx. 1947: Plantagini-Prunellion Eliáš 1980: Agrostion tenuis-Poetum annuae Gutte et Hilbig 1975, Prunello-Plantaginetum Faliński 1963, Plantagini-Polygonetum avicularis Passarge 1964, Festuco pratensis-Plantaginetum Balserc et Pawlak 2000. Potentillion anserinae Tüxen 1947: Potentilletum anserinae Rapaics 1927.

Artemisietea vulgaris Lohmeyer et al. ex von Rochow 1951: Agropyretalia intermedio-repentis Th.Müll et Görs 1969: Convolvulo-Agropyron repentis Görs 1966: Agropyretum repentis Felföldy 1942; Onopordetalia acanthii Br.-Bl. et Tx. ex Klika et Hadač 1944: Onopordion acanthii Br.-Bl et al. 1926: Potentillo-Artemisietum absintii Faliński 1965,

За даними синфітоіндикаційного аналізу провідними факторами природних екосистем є багаторічний режим зволоження, загальний сольовий режим та вміст доступного рослинам нітрогену (нітратів та солей амонію). Із сольовим режимом корелює кислотність середовища. Прямі та опосередковані впливи зворотних вод на ці показники можуть зміщувати зони толерантності для окремих видів та їхніх угруповань. Це призводить до зниження життєздатності одних біосистем та підвищення інших що веде до антропогенної трансформації екосистем. У такому випадку пріоритет надається збереженню раритетних об'єктів або тих, які є цінним ресурсом для людини за відсутності попередніх.

Лучні екосистеми досить монотипні, пов'язані із перелогами та злаковниками, сформованими на виходах граніту. Тут домінують

представники роду *Agrostis* – *Agrostis capillaris* та *Agrostis vinealis*. Місцями зустрічаються в ролі співдомінантів *Carex hirta* та *Chamaecytisus ruthenicus*. Вони формують асоціації *Agrostio vinealis-Calamagrostietum epigeioris* та *Agrostietum vinealis-tenuis*. В окремих місцях сформувалися злаковники на основі куничника наземного в межах асоціації *Calamagrostietum epigii*. На ранніх стадіях перелогів формуються пирійники із домінуванням *Elymus repens*. В процесі сукцесії вони поступово переходять до лук або заростають фанерофітами. На порушених субстратах формуються псамофітні угруповання класу *Artemisietea vulgaris*. Тут домінують *Oenothera biennis* та *Artemisia absinthium*. Проективне покриття цих угруповань на щербенистих субстратах дуже низьке. Тут показники багаторічного режиму зволоження коливаються від 10,86 бала за шкалою Дідуха-Плюти до 11,9 бала, загального сольового режиму від 6,85 до 7,8, вмісту доступного нітрогену від 4,96 до 5,86. Оскільки, ці оселища знаходяться на добре дренованих підвищеннях, то скид зворотних вод не вплине на них поза межею контакту із системою водовідведення.

На виходах граніту на денну поверхню домінують різні види чебрецю в поєднанні із іншими літофільними, псамофільними та мезоксерофітними видами. Вони формують асоціацію *Thymo pulegioidis-Sedetum sexangularis*. Її показники багаторічного режиму зволоження коливаються від 9,04 бала до 11,67 бала, загального сольового режиму від 3,86 бала до 8,65 бала, вмісту доступного нітрогену від 6,63 бала до 5,73 бала. Вона також залишатиметься поза зоною впливу скиду зворотних вод, за винятком виходів скельних порід безпосередньо біля водойми. Тут можливе підтоплення оселища, що призведе до його деградації.

Частина перелогів, борти та старі схили кар'єру вкриті лісо-чагарниковими угрупованнями із

домінуванням клена татарського *Acer tataricum*. Це не до кінця сформовані угруповання асоціації *Pruno stepposae-Aceretum tatarici*. Східна частина території дослідження частково зайнята лісовими оселищами. Тут спостерігається помірно порушений та розріджений дубовий ліс. В трав'яному покриві домінують злаки (*Agrostis capillaris* та *Poa nemoralis*). В чагарниковому ярусі помітну роль відіграє *Acer tataricum*. Оскільки територія видобутку не розширюється протягом останніх кількох років, в багатьох місцях сформувалися похідні ліси класу *Robinietae*. Вони за складом флори дуже близькі до чагарникових угруповань класів *Rhamno-Prunetea* та *Robinietae*. Тут показники багаторічного режиму зволоження коливаються від 11,19 бала до 12,38 бала, загального сольового режиму від 6,44 бала до 7,19 бала, вмісту доступного нітрогену від 5,61 бала до 6,75 бала (Хом'як, 2022).

Водні та прибережно-водні оселища мають невеликі площі та глибину із значним її коливанням. Вони сформовані переважно через гідротехнічні процедури в районі кар'єру. Флора бідна і представлена кількома видами. Проективне покриття рослинності дуже низьке. Їх можна розділити на дві групи: прибережні злаковники (шувари) та прибережні ліси і чагарники. До першої групи входять угруповання вищих судинних рослин класу *Phragmiti-Magnocaricetea*, а до другої – *Salicetea purpurea*. Ці екосистеми є найбільш вразливими щодо зміни обсягів та якості води, в тому числі під час скидання зворотних вод у водойми.

Шувари представлені асоціаціями *Phragmitetum australis* та *Typhetum angustifoliae*. Основні види це *Phragmites australis* та *Typha angustifolia*. Їхні показники багаторічного режиму зволоження коливаються від 13,50 бала до 19,0 бала, загального сольового режиму від 7,17 бала до 9,71 бала, вмісту доступного нітрогену від 5,61 бала до 8,0 бала. Це відповідає типовим

евтрофним болотам або прибережно-водним угрупованням.

Прибережні ділянки на пізніх стадіях автогенної сукцесії зайняті вербово-осиковими чагарниками. Тут домінують верба ламка (*Salix fragilis*) та верба козяча (*Salix caprea*). Це асоціація *Salici-Populetum*. В районі планової діяльності такі угруповання не вважаються раритетними через те що не повністю відповідають критеріям резолюції Бернської конвенції. Однак за його межами, на берегах річок Каолінова та Гнилоп'ять вони відповідатимуть оселищу «Прибережні вербові ліси» (G1.11. Riverine *Salix* woodland). Показники багаторічного режиму зволоження цієї екосистеми коливаються від 11,52 бала до 12,56 бала, загального сольового режиму від 6,79 бала до 7,63 бала, вмісту доступного нітрогену від 5,68 бала до 7,27 бала. Такі низькі показники багаторічного режиму зволоження наближають ці екосистеми більше до

похідних лісів класу *Robinietae*, ніж до прирічкових вербових лісів та чагарників. Це вказує на їхній екотонний статус. Отже, підвищення рівня зволоження буде сприятливим для угруповань такого типу.

За результатами аналізу хімічного складу зворотної води в місці скиду та за 500 метрів від нього встановлено, що усі показники відповідають визначеним нормам (табл. 1). Разом і з тим, у половині проб помітно нижчий рівень амонійного нітрогену (грудень 2019, березень 2020 та серпень 2020). Також, у грудні 2020 року було відмічено нижчий рівень хлоридів. У решті вимірів показники вмісту вищезгаданих речовин у зворотних водах дещо вищі. Це забезпечує стабільне існування евтрофних прибережних трав'яних заростей. Разом із тим, підняття рівня води стабілізує раритетне оселища із асоціацією *Salici-Populetum* (код резолюція Бернської конвенції G1.11.)

Таблиця 1.

Аналіз показників вмісту доступного нітрогену та частини загального сольового режиму в річці Каолінова за 2019-2020 роки

Місяць і рік взяття проб	Місце взяття проб	Вміст доступного рослинам нітрогену (NT)		Загальний сольовий режим (SL)	
		Нітроген амонійний (мг/дм ³)	Нітрати (мг/дм ³)	Хлориди (мг/дм ³)	Сульфати (мг/дм ³)
Червень 2019	Скид №2	0,37	2,6	61,1	71,7
	За 500 м від скиду	0,32	1,58	44	55,1
Жовтень 2019	Скид №2	0,35	2,95	56,8	64,6
	За 500 м від скиду	0,31	1,75	28,4	55,1
Грудень 2019	Скид №2	0,26	2,41	35,5	28,6
	За 500 м від скиду	0,38	2,15	46,9	54,8
Березень 2020	Скид №2	0,29	2,74	54	52,5
	За 500 м від скиду	0,33	2,2	46,9	51,2
Травень 2020	Скид №2	0,35	2,14	61,6	74,4
	За 500 м від скиду	0,31	1,72	43,5	56,9
Серпень 2020	Скид №2	0,29	2,71	5,4	5,25
	За 500 м від скиду	0,33	2,2	46,9	51,2

За показниками динаміки прибережно-водні екосистеми класу Phragmiti-Magnocaricetea знаходяться на перехідній стадії між трав'яними та трав'яно-чагарниковими екосистемами. Показник природної динаміки для них коливається від $ST=3,75$ бала до $ST=5,71$ бала за середнього значення $ST=4,56$ бала. Це є типова картина для природного відновлення прибережно-водних екосистем такого типу в результаті автогенної сукцесії (Тимченко і Хом'як, 2019). Водночас, показники антропогенної трансформації досить низькі – від $HE=6,22$ бала до $HE=7,03$ бала за середнього значення $HE=6,63$ бала (Хом'як, 2018). Ці величини відповідають низькому антропогенному впливу на узбережжя річок у межах населених пунктів (еугемеробії). Прибережні зарості верб класу Salicetea purpurea мають вищі середні значення природного показника динаміки та рівня антропогенної трансформації – $ST=7,12$ та $HE=8,82$. Це відповідає еугемеробним екосистемам похідних лісів на ранніх стадіях формування деревної рослинності. Підняття рівня води за рахунок скиду зворотних вод сприятиме оприродненню прибережних оселищ.

Висновки

Територія Жежелівського родовища гранітів – це типовий антропогенний ландшафт із високим рівнем антропогенної трансформації, великою часткою перелогів та чагарників. Біота досліджуваної території складається із тривіальної,

часто синантропної, флори та фауни. Вони представлені поширеними для цього району зональними видами.

Рослинність досліджуваної території належить до 11 класів, 12 порядків, 14 союзів та 18 асоціацій за класифікацією Браун-Бланке. На території родовища не виявлено оселищ, видів флори та фауни, які віднесені до Червоної книги України, Зеленої книги України, додатків до резолюцій Бернської конвенції.

Під дію впливу скидів зворотних вод потрапляють прибережні екосистеми із автотрофними блоками у вигляді класів рослинності Phragmiti-Magnocaricetea та Salicetea purpurea. Скидання зворотних вод із Жежелівського кар'єру стабілізує існування евтрофних прибережних оселищ із асоціаціями рослинності Phragmitetum australis та Typhetum angustifoliae. Також, за рахунок підвищення багаторічного режиму зволоження в прибережних ділянках покращується стан асоціації Salici-Populetum, яка на березі річок за межами зони планової діяльності може набувати статусу раритетного оселища (G1.11. Riverine Salix woodland).

За показниками природної динаміки та рівня антропогенної трансформації прибережні оселища є еугемеробними екосистемами на стадії переходу від трав'яної до деревно-чагарникової стадії автогенної сукцесії. Підняття рівня води за рахунок скиду зворотних вод сприятиме їхньому відновленню та поверненню до менш трансформованого стану.

Список використаних джерел

- Дідух Я.П., Плюта П.Г. Фітоіндикація екологічних факторів. Київ, 1994. 280 с.
- Дідух Я.П., Хом'як І.В. Оцінка енергетичного потенціалу екотопів залежно від ступеня їх гемеробії на прикладі Словечансько-Овруцького кряжу. *Укр. ботан. журн.* 2007. №1. С. 235–243.
- Дубина Д.В., Устименко П.М. Антропогенна трансформація та оцінка збалансованості площ рослинності верхнього басейну р. Тиси. *Чорноморськ. бот. журн.* 2008. Т.4. №1. С. 14–25.
- Категорії та критерії червоного списку МСОП: Версія 3.1. 2-ге вид. Пер. з англ. Київ, 2017. 36 с.

Продромус рослинності України / Д. В. Дубина та ін. Київ: Наукова думка, 2019. 784 с.

Тимченко А. Ю., Хом'як І. В. Автогенні сукцесії в екосистемах гірничих виробок в долині річки Гуйва. Біологічні дослідження – 2019: збірник наукових праць. Житомир: «Полісся», 2019. С. 353–354.

Хом'як І.В. Екосистемологія: навчальний посібник. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2022. 235 с.

Хом'як І.В. Особливості антропогенного впливу на природну динаміку екосистем Українського Полісся. *Екологічні науки*. 2018. №1 (20), т. 2. С. 69–73.

Хом'як І.В., Василенко О.М., Гарбар Д.А., Андрійчук Т.В., Костюк В.С., Власенко Р.П., Шпаковська Л.В., Демчук Н.С., Гарбар О.В., Онищук І.П., Коцюба І.Ю. Методологічні підходи до створення інтегрованого синфітоіндикаційного показника антропогенної трансформації. *Екологічні науки*. 2020. № 5 (32), т. 1. С. 136–141.

Хом'як І.В., Гарбар Д.А., Андрійчук Т.В., Костюк В.С., Власенко Р.П. Динаміка відновлюваної рослинності піщаних кар'єрів Житомирського Полісся. *Екологічні науки*. 2021. № 6 (39). С. 204–207.

Хом'як І.В., Зарічна М.С., Демчук Н.С., Костюк В.С., Василенко О.М., Власенко Р.П., Гарбар Д.А. Вплив зарегулювання течії на динаміку екосистем річки Лісна (Житомирська область). *Екологічні науки*. 2021. № 2(35). С. 45–48.

Хом'як І.В., Козин М.С., Коцюба І.Ю., Василенко О.М., Власенко Р.П. Обґрунтування необхідності охорони витоків малих річок на прикладі Словечансько-Овруцького кряжу. *Екологічні науки*. 2022. № 1 (40). С. 28–32.

Хом'як І.В. Синтаксономія відновлюваної рослинності кар'єрів Центрального Полісся. *Український ботанічний журнал*. 2022. №79 (3). С.142–153.

Червона книга України. Рослинний світ / за ред. Я.П. Дідуха. К.: Глобалконсалтинг, 2009. 900 с.

Alpatova O., Maksymenko I., Patseva I., Khomiak I., Gandziura V. Hydrochemical state of the post-military operations water ecosystems of the Moschun, Kyiv region. *XVI International Scientific Conference "Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment"*, Kyiv, 15–18 November 2022. Kyiv, 2022.

Bischel H.N., Lawrence J.E., Halaburka B.J., Plumlee M.H., Bawazir A.S., King J.P., McCray J.E., Resh V.H., Luthy R.G. Renewing Urban Streams with Recycled Water for Streamflow Augmentation: Hydrologic, Water Quality, and Ecosystem Services Management. *Environmental Engineering Science*. 2013. Vol. 30, № 8. P. 455–479.

Davies C. E., Moss D., Hill M. O. EUNIS Habitat Classification Revised. Report to the European Environment Agency, European Topic Centre on Nature Protection and Biodiversity. Paris, 2004. 310 p.

Edward R. Jones, Michelle T. H. van Vliet, Manzoor Qadir, and Marc F. P. Bierkens. Country-level and gridded estimates of wastewater production, collection, treatment and reuse. *Earth System Science Data*. 2021. Vol.13, № 2. P. 237–254.

Helgeson T. A Reconnaissance-Level Quantitative Comparison of Reclaimed Water, Surface Water, and Groundwater. Alexandria, VA: WateReuse Research Foundation, 2009. 141 p.

Hennekens S. Turboveg for Windows. 1998–2007. Version 2. Wageningen: Inst. voor Bos en Natuur, 2009. 84 p.

Khomiak Ivan, Harbar Oleksandr, Demchuk Nataliia, Kotsiuba Iryna and Onyshchuk Iryna Above-ground phytomas dynamics in autogenic succession of an ecosystem. *Forestry ideas*. 2019. Vol. 25, № 1 (57). P. 136–146.

Lopes Ana Rita, Becerra-Castro Cristina, Vaz-Moreira Ivone, Silva M. Elisabete F., Nunes Olga C., Manaia Célia M. Irrigation with Treated Wastewater: Potential Impacts on Microbial Function and Diversity in Agricultural Soils. *Wastewater Reuse and Current Challenges*. The Handbook of Environmental Chemistry. 2015. Vol. 44. Springer. pp. 105–128.

Ofori S., Puškáčová A., Růžicková I., Wanner J. Treated wastewater reuse for irrigation: Pros and cons. *Science of the Total Environment*. 2021. 760: 144026.

Tow Emily W., Hartman Anna Letcher, Jaworowski Aleksander, Zucker Ines, Kum Soyoon, AzadiAghdam Mojtaba, Blatchley Ernest R., Achilli Andrea, Gu Han, Urper Gulsum Melike, Warsinger David M. Modeling the energy consumption of potable water reuse schemes. *Water Research X. Elsevier BV*. 2021. 13: 100126.

Voulvoulis N. Water reuse from a circular economy perspective and potential risks from an unregulated approach. *Current Opinion in Environmental Science & Health*. 2018. Vol. 2. P. 32–45.

Westhoff V, Maarel E. van der. The Braun-Blanquet approach. *Handbook of Vegetation Science*. Part V: Ordination and Classification of Vegetation / Ed. By R.H. Whittaker. The Hague, 1973. P. 619–726.

Wolters Erika Allen, Steel Brent S., Siddiqi Muhammed Usman Amin, Symmes Melissa. Public Water Policy Knowledge and Policy Preferences in the American West. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2022. 19 (5). P. 27–42.

Zhang S.X., Babovic V. A real options approach to the design and architecture of water supply systems using innovative water technologies under uncertainty. *Journal of Hydroinformatics*. 2012. 14 (1). P. 13–29.

References (translated & transliterated)

Didukh, Ya.P., Pliuta, P.H. (1994). Fitoindykatsiia ekolohichnykh faktoriv [Phytoindication of environmental factors]. Kyiv [in Ukrainian].

Didukh, Ya.P., Khomiak, I.V. (2007). Otsinka enerhetychnoho potentsialu ekotopiv zalezno vid stupenia yikh hemerobii na prykladi Slovechansko-Ovrutskoho kriazhu [Evaluation of the energy potential of ecotopes depending on the degree of their hemeroby on the example of the Slovechansk-Ovruch ridge]. *Ukrainskyi botanichnyi zhurnal* [Ukrainian botanical journal], №1, 235–243. [in Ukrainian].

Dubyna, D.V., Ustyomenko, P.M. (2008). Antropohenna transformatsiia ta otsinka zbalansovanosti ploshch roslynnosti verkhnoho baseinu r. Tysy [Anthropogenic transformation and assessment of the balance of vegetation areas of the upper basin of the Tysa River]. *Chornomorskyi botanichnyi zhurnal* [Chornomorski botanical journal], 4 (1), 14–25. [in Ukrainian].

Dubyna, D. V. ta in. (2019). Prodromus roslynnosti Ukrainy [Prodromus vegetation of Ukraine]. Kyiv: Naukova dumka [in Ukrainian].

Katehorii ta kryterii chervonoho spysku MSOP: Versiia 3.1. (2017). [IUCN Red List Categories and Criteria: Version 3.1.]. Kyiv [in Ukrainian].

Tymchenko, A. Yu., Khomiak, I. V. (2019). Avtoheni suksesii v ekosystemakh hirnychkykh vyrobok v dolyni richky Huiva [Autogenic successions in ecosystems of mine workings in the valley of the Guiva River]// Biolohichni doslidzhennia – 2019: zbirnyk naukovykh prats. Zhytomyr: «Polissia» [Biological research - 2019: collection of scientific works. Zhytomyr: "Polyssia"], 2019, 353–354. [in Ukrainian].

Khomiak, I.V. (2022). Ekosystemolohiia: navchalnyi posibnyk [Ecosystemology: a study guide]. Zhytomyr: Vyd-vo ZhDU im. I. Franka. [in Ukrainian].

Khomiak, I.V. (2018). Osoblyvosti antropohennoho vplyvu na pryrodnu dynamiku ekosystem Ukrainskoho Polissia [Peculiarities of anthropogenic influence on the natural dynamics of ecosystems of the Ukrainian Polissia]. *Ekolohichni nauky* [Ecological sciences], 1(20), 2, 69–73. [in Ukrainian].

Khomiak, I.V., Vasylenko, O.M., Harbar, D.A., Andriichuk, T.V., Kostiuk, V.S., Vlasenko, R.P., Shpakovska, L.V., Demchuk, N.S., Harbar, O.V., Onyshchuk, I.P., Kotsiuba, I.Iu. (2020). Metodolohichni pidkhody do stvorennia intehrovanoho synfitoindykatsiinoho pokaznyka antropohennoi transformatsii [Methodological approaches to the creation of an integrated synphyto-indicative indicator of

anthropogenic transformation.]. *Ekolohichni nauky* [Ecological sciences], 5(32), 1, 136–141. [in Ukrainian].

Khomiak, I.V., Harbar, D.A., Andriichuk, T.V., Kostiuk, V.S., Vlasenko, R.P. (2021). Dynamika vidnovliuvanoi roslynnosti pishchanykh karieriv Zhytomyrskoho Polissia [Dynamics of regenerating vegetation in sand quarries of Zhytomyr Polissia]. *Ekolohichni nauky* [Ecological sciences], 6(39), 204–207. [in Ukrainian].

Khomiak, I.V., Zarichna, M.S., Demchuk, N.S., Kostiuk, V.S., Vasylenko, O.M., Vlasenko, R.P., Harbar, D.A. (2021). Vplyv zarehulivannia teorii na dynamiku ekosystem richky Lisna (Zhytomyrska oblast) [The influence of flow regulation on the dynamics of ecosystems of the Lisna River (Zhytomyr region)]. *Ekolohichni nauky* [Ecological sciences], 2(35), 45–48. [in Ukrainian].

Khomiak, I.V., Kozyn, M.S., Kotsiuba, I.Iu., Vasylenko, O.M., Vlasenko, R.P. (2022). Obgruntuvannia neobkhidnosti okhorony vytokiv malykh richok na prykladi Slovechansko-Ovrutskoho kriazhu [Justification of the need to protect the sources of small rivers on the example of the Slovak-Ovrutsky ridge]. *Ekolohichni nauky* [Ecological sciences], 1(40), 28–32. [in Ukrainian].

Khomiak, I.V. (2022). Syntaksonomiia vidnovliuvanoi roslynnosti karieriv Tsentralnogo Polissia [Syntaxonomy of the regenerating vegetation of the quarries of the Central Polissia]. *Ukrainskyi botanichnyi zhurnal* [Ukrainian botanical journal], 79(3), 142–153. [in Ukrainian].

Chervona knyha Ukrainy. Roslynni svit (2009). [Red Book of Ukraine. Plant world]. K.: Hlobalkonsaltnh. [in Ukrainian].

Alpatova, O., Maksymenko, I., Patseva, I., Khomiak, I., Gandziura, V. (2022). Hydrochemical state of the post-military operations water ecosystems of the Moschun, Kyiv region. *XVI International Scientific Conference “Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment”*, Kyiv, 15–18 November 2022. [in English].

Bischel, H.N., Lawrence, J.E., Halaburka, B.J., Plumlee, M.H., Bawazir, A.S., King, J.P., McCray, J.E., Resh, V.H., Luthy, R.G. (2013). Renewing Urban Streams with Recycled Water for Streamflow Augmentation: Hydrologic, Water Quality, and Ecosystem Services Management. *Environmental Engineering Science*, 30(8), 455–479. [in English].

Davies, C. E., Moss, D., Hill, M. O. (2004). EUNIS Habitat Classification Revised. Report to the European Environment Agency, European Topic Centre on Nature Protection and Biodiversity. Paris. [in English].

Edward, R. Jones, Michelle, T. H. van Vliet, Manzoor Qadir, and Marc F. P. (2021). Bierkens. Country-level and gridded estimates of wastewater production, collection, treatment and reuse. *Earth System Science Data*, 13(2), 237–254. [in English].

Helgeson, T. A. (2009). Reconnaissance-Level Quantitative Comparison of Reclaimed Water, Surface Water, and Groundwater. Alexandria, VA: WaterReuse Research Foundation, 141.

Hennekens, S. (2009). Turboveg for Windows. 1998–2007. Version 2. Wageningen: Inst. voor Bos en Natuur. [in English].

Khomiak, Ivan, Harbar Oleksandr, Demchuk, Nataliia, Kotsiuba, Iryna and Onyshchuk, Iryna. (2019). Above-ground phytomas dynamics in autogenic succession of an ecosystem. *Forestry ideas*, 25(1), (57), 136–146. [in English].

Lopes, Ana Rita, Becerra-Castro, Cristina, Vaz-Moreira, Ivone, Silva, M. Elisabete, F., Nunes, Olga C., Manaia, Célia M. (2015). Irrigation with Treated Wastewater: Potential Impacts on Microbial Function and Diversity in Agricultural Soils. *Wastewater Reuse and Current Challenges*. The Handbook of Environmental Chemistry, 44. Springer, 105–128. [in English].

Ofori, S., Puškáčová, A., Růžicková, I., Wanner, J. (2021). Treated wastewater reuse for irrigation: Pros and cons. *Science of the Total Environment*, 760: 144026. [in English].

Tow, Emily W., Hartman, Anna Letcher, Jaworowski, Aleksander, Zucker, Ines, Kum, Soyoon, AzadiAghdam, Mojtaba, Blatchley, Ernest R., Achilli, Andrea, Gu, Han,

Urper, Gulsum Melike, Warsinger, David M. (2021). Modeling the energy consumption of potable water reuse schemes. *Water Research X. Elsevier BV.*, 13: 100126. [in English].

Voulvoulis, N. (2018). Water reuse from a circular economy perspective and potential risks from an unregulated approach. *Current Opinion in Environmental Science & Health*, 2, 32–45. [in English].

Westhoff, V, Maarel, E. van der. (1973). The Braun-Blanquet approach. *Handbook of Vegetation Science. Part V: Ordination and Classification of Vegetation*, 619–726. [in English].

Wolters, Erika Allen, Steel, Brent S., Siddiqi, Muhammed Usman Amin, Symmes, Melissa. (2022). Public Water Policy Knowledge and Policy Preferences in the American West. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(5), 27–42. [in English].

Zhang, S. X., Babovic, V. (2012). A real options approach to the design and architecture of water supply systems using innovative water technologies under uncertainty. *Journal of Hydroinformatics*, 14(1), 13–29. [in English].

Отримано: 27 жовтня 2022
Прийнято: 9 листопада 2022