

УДК 504.064.3 (477.82)

О. В. Альохіна – молодший науковий співробітник Шацької екологічної лабораторії Фізико-механічного інституту імені Г. В. Карпенка НАН України;
І. М. Горбань – кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник Шацької екологічної лабораторії Фізико-механічного інституту імені Г. В. Карпенка НАН України;
М. М. Корусь – інженер I категорії Шацької екологічної лабораторії Фізико-механічного інституту імені Г. В. Карпенка НАН України;
В. В. Кошовий – кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, завідувач Шацької міжвідомчої науково-дослідної екологічної лабораторії, завідувач відділу фізичних методів розпізнавання слабконтрастних об'єктів в неоднорідних середовищах Фізико-механічного інституту імені Г. В. Карпенка НАН України;
В. І. Матейчик – заступник директора з наукової роботи Шацького національного природного парку Державного агентства лісових ресурсів України;
П. Т. Яценко – кандидат біологічних наук, учений секретар Інституту екології Карпат НАН України

Еволюція стану екосистем біорезервату ЮНЕСКО «Шацький» в умовах інтенсифікації впливу кліматичних змін та антропогенних факторів

Роботу виконано в Шацькій екологічній лабораторії ФМІ ім. Г. В. Карпенка НАН України та ШНПП

У рамках дискусії щодо впливу природо-кліматичних та антропогенних чинників на еволюцію стану компонентів біогеосистеми природно-заповідної території Західного Полісся проаналізовано методичні підходи

© Альохіна О. В., Горбань І. М., Корусь М. М., Кошовий В. В., Матейчик В. І., Яценко П. Т., 2014

до оцінювання наслідків впливу цих факторів, динаміку змін регіональних кліматичних параметрів за період 1888–2011 рр. та основні результати дослідження цих наслідків на основі мережі комплексного екологічного моніторингу, створеної на території біорезервату «Шацький». Висвітлено питання структури такої мережі, націленої на довготривалий контроль стану компонентів природного середовища, які знаходяться під впливом антропогенних факторів (Хотиславський кар'єр) та регіональних кліматичних змін, з використанням методів наземних спостережень, дистанційного зондування Землі й інструментальних вимірювань. Обґрунтовано доцільність використання реакцій певних видів рослин як індикаторів обводненості території для встановлення ролі факторів впливу різного походження на компоненти природного середовища.

Ключові слова: природоохоронна територія, біорезерват «Шацький», біогеосистема, кліматичні зміни, антропогенний вплив, родовище «Хотиславське», комплексний екологічний моніторинг, компоненти природного середовища, наземні спостереження, тестова ділянка, рівень ґрунтових вод, проєкційне покриття.

Алехина О. В., Горбань И. М., Корусь М. М., Кошевой В. В., Матейчик В. И., Яшенко П. Т. Эволюция состояния экосистем биорезервата ЮНЕСКО «Шацкий» в условиях интенсификации влияния климатических изменений и антропогенных факторов. В рамках дискуссии о влиянии природно-климатических и антропогенных факторов на эволюцию состояния компонентов биосистемы природно-заповедной территории Западного Полесья сделан анализ методических подходов к оценке последствий воздействия этих факторов, анализ динамики изменений региональных климатических параметров за период 1888–2011 гг. и основные экспериментальные результаты исследования этих последствий на основе сети комплексного экологического мониторинга, созданной на территории биорезервата «Шацкий». Освещены вопросы структуры такой сети, нацеленной на длительный контроль состояния компонентов природной среды, которые находятся под влиянием антропогенных факторов (Хотиславский карьер) и региональных климатических изменений, с использованием методов наземных наблюдений, дистанционного зондирования Земли и инструментальных измерений. Обоснована целесообразность использования реакции определенных видов растений в качестве индикаторов обводненности территории для установления роли факторов влияния различного происхождения на компоненты природной среды.

Ключевые слова: природоохоронная территория, биорезерват «Шацкий», биосистема, климатические изменения, антропогенное влияние, месторождение «Хотиславское», комплексный экологический мониторинг, компоненты природной среды, наземные наблюдения, тестовый участок, уровень ґрунтовых вод, проекционное покрытие.

Alokhina O. V., Gorban I. M., Korus M. M., Koshovy V. V., Mateichyk V. M., Jashchenko P. T. Evolution of the UNESCO «Shatsky» Bioreserve Ecosystems under Conditions of Intensifying of Climate Change and Impacts the Anthropogenic Factors. Within the scope of the discussion on the natural-climatic and anthropotechnogenic factors impact on the evolution of a state of components of the West Polesie protected areas biogeosystem, an analysis of systematic approaches to evaluating of these factors effects, of the dynamics of climate change parameters for the period 1888–2011 years and the main experimental results of a study of the effects on the base of the complex ecological monitoring network, established in 2010 on the Bioreserve «Shatsky» territory, have been made. The questions of structure of the above-mentioned network that is directed on the long-term control of a state of natural environment components, which undergo the influence of anthropogenic factors («Khotyslavsk» sandpit) and regional climate changes, are covered. Such a network uses ground observations, remote sensing methods and instrumental measurements. The reasonability of the reactions of specific plants on territory moistening, is substantiated, to establish the role of impact factors of different origin on the environment components.

Key words: nature-protected territory, Bioreserve «Shatsky», climate changes, anthropogenic influence, «Khotyslavsk» sandpit, complex ecological monitoring, ecosystem state, natural environment components, test site, underground waters level, projection cover.

Постановка наукової проблеми та її значення. У сучасних умовах біосфера Землі в цілому і природне середовище окремих регіонів відчувають, з одного боку, значний вплив природно-кліматичних факторів (ПКФ), зумовлених глобальними кліматичними змінами, а з другого – вплив антропогенних факторів (АТФ), зумовлених інтенсивним і часто нерациональним господарюванням людини. Кожен із цих факторів по-своєму впливає на природне середовище, причому наслідки впливу можуть бути неоднаковими для різних регіонів. На сьогодні науково-обґрунтовані підходи до оцінювання впливу окремо кожного із цих факторів на природне середовище в цілому і біорізноманіття зокрема розроблені слабо [4–6; 8–10], що зумовлює пошук нових підходів.

На трансформацію компонентів біогеосистеми (БГС) конкретного регіону впливає дві групи чинників – регіональні мікрокліматичні умови та АТФ (рис. 1). Завдання полягає в тому, щоб через організацію постійного моніторингу параметрів компонентів БГС та цільову комплексну обробку моніторингових даних виявити ці трансформаційні процеси, встановити їх характер і тенденції розвитку, виявити потенційні загрози для природного середовища й населення, а також розробити методики оцінювання ступеня впливу кожного фактора.

ПКФ та АТФ здійснюють сумісний вплив на БГС, але по-різному впливають на трансформаційні процеси в ній. Вплив ПКФ має інтегральний (щодо простору) й тривалий (щодо часу) характер, а вплив АТФ переважно більш швидкоплинний (щодо часу) та більш локалізований (щодо простору) й формує «деградаційні метастази» різної протяжності та форми довкола джерела впливу. Загальну схему досліджень наслідків цих впливів наведено на рис. 2. У статті досліджено деякі елементи цієї проблеми в контексті регіону Західного Полісся.

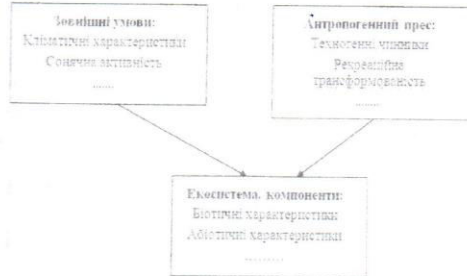


Рис. 1. Чинники, що впливають на стан компонентів біогеосистеми



Рис. 2. Поведінка екосистеми під впливом ПКФ та АФ

Аналіз досліджень цієї проблеми. Значну частину регіону Західного Полісся займають території природно-заповідного фонду (ПЗФ) з великою водонасиченістю, на яких розташована незначна кількість локальних джерел АТФ (Хотиславський кар'єр [1], деградаційні «метастази» від рекреації тощо). А ПКФ зумовлюють інтегральну дію на природу регіону. У роботі значну увагу приділено моніторингу стану компонентів БГС Західного Полісся [4] та стимулюючих чинників – ПКФ та АТФ [2]. Площа території є великою, тому, крім польових спостережень (екомоніторинг – біоіндикаторами, моніторинг динаміки компонентів ландшафтних структур, моніторинг рівня ґрунтових і поверхневих вод (РГВ і РПВ) тощо), застосовані також дистанційне зондування Землі (ДЗЗ), ГІС – технології, сучасні інструментальні засоби тощо. Результати поточного й архівного моніторингу різних компонентів БГС Західного Полісся сумісно опрацьовуються з метою виявлення тенденцій змін стану їх компонентів, а також наслідків впливу окремих факторів.

ПКФ. При зміні клімату через глобальне потепління слід очікувати погіршення екологічних умов у цілому. За даними [7] на основі більш ніж 100-річних спостережень ріст середньої температури (T_c) повітря над сушею склав $0,74 \pm 0,18 \text{ }^\circ\text{C}$ (рис. 3а). На рис. 3б наведено графіки зміни регіональної T_c на Західному Поліссі (дані метеостанції (мст) Брест (1888–2011 рр.)). На рис. 3 наведено графіки: щорічних температурних аномалій порівняно із середньо річною температурою T_{cp} за період 1961–1990 рр.; згладжених температурних відхилень; температурних лінійних трендів для останніх 25, 50, 100 та 124 років. Ці дані практично співпадають із результатами досліджень, які констатували зростання за останні двадцять років (1991–2010 рр.) T_{cp} повітря на Поліссі на величину близько $1,0 \text{ }^\circ\text{C}$ відносно кліматичної норми (1961–1990 рр.).

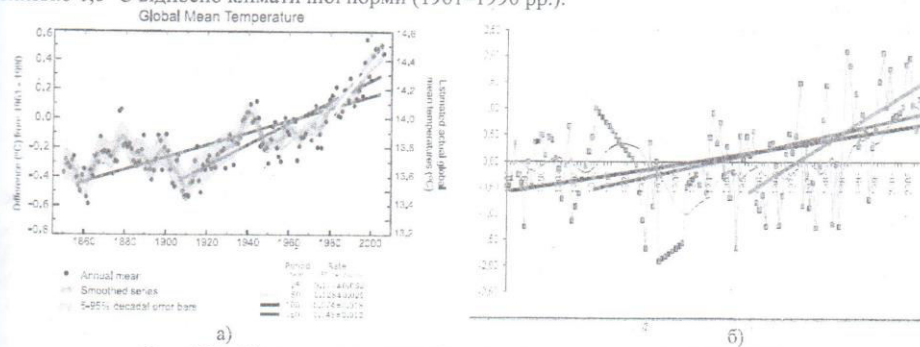


Рис. 3. Графік температурних змін: а) глобальних за період 1850–2010 рр.; б) на території Західного Полісся за період 1888–2011 рр. (метеостанція Брест)

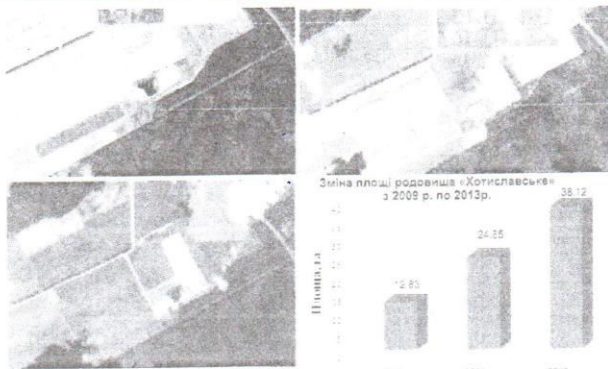


Рис. 4. Зміна площі Хотиславського кар'єру із 2009 по 2013 рр. за даними ДЗЗ

АТФ. На сьогодні ведуться масштабні роботи з будівництва надглибокого (>50 м) Хотиславського кар'єру [1], площа якого, за даними ДЗЗ, зростає за 2009–2013 рр. більш ніж у 3 рази (рис. 4). Основна загроза – ймовірне зниження РГВ. За оцінками білоруської сторони, розміри депресійної лійки складуть на 2040 р. $10,5 \times 15,0$ км² (пониження РГВ на 0,1 м), а при пониженні РГВ на 1,0 м – $5,6 \times 6,7$ км². За оцінками українських фахівців [1], сформується депресійна лійка вздовж долини Прип'яті з розмірами 21×32 км² при пониженні РГВ на 1,0 м.

Методи і завдання статті – через організацію постійного моніторингу параметрів компонентів БГС та цільової комплексної обробки моніторингових даних виявити трансформаційні процеси, встановити їх характер та тенденції розвитку, виявити потенційні загрози для природного середовища і населення, а також розробити методики оцінювання ступеня впливу кожного чинника.

Матеріали і методи дослідження. У 2010 р. для часткового відстеження наслідків впливу ПКФ та АТФ створена мережа комплексного екологічного моніторингу (КЕМ) [4], за допомогою якої здійснюється довготривалий контроль стану компонентів БГС БР «Шацький», насамперед у зоні передбачуваного впливу розробки родовища «Хотиславське». Мережа КЕМ складається з 19 тестових ділянок (ТД), розташованих на трансекті родовища «Хотиславське», – східні береги оз. Світязь уздовж Головного Європейського вододілу (ГЄВ) (рис. 5, рис. 6). Вона постійно розширюється й удосконалюється [3].



Рис. 5. Тестові ділянки мережі КЕМ в різних лісових екосистемах



Рис. 6. Тестові ділянки мережі КЕМ із незалежними свердловинами для вимірювання РГВ

Контролюється стан продуктивності різних типів лісостанів, їх ґрунтовий покрив, РГВ у місцях розташування джерел, каналів та малих річок, глибина і ширина річок або каналів, швидкості течій, рівні води від опори [4] тощо. На вологих лісових та торфових ґрунтах закладено 8 ґрунтових розрізів та незалежних свердловин для вимірювання РГВ [4] (рис. 6). Цифровий паспорт кожної ТД містить дані про: локалізацію ділянки, час тестування, описи – таксаційні, живого надґрунтового вкриття і ґрунтових розрізів, поширення індикаторних видів флори та фауни, РГВ у свердловинах тощо.

Виклад основного матеріалу й обігрування отриманих результатів дослідження. У дослідженнях до уваги бралися T_c повітря і кількість опадів P_p , оскільки вони безпосередньо впливають на

зміну РПВ, РГВ, на розвиток рослинності і на стан природних екосистем у цілому. Аналіз багаторічних даних указує на наявність двох протилежних тенденцій, а саме: за 100 років (мст Брест; 1880–2011 рр.) та 27 років (мст Світязь; 1984–2011 рр.) T_{cp} повітря має чітку тенденцію до підвищення (рис. 7); річні суми опадів P_p постійно зменшувалися впродовж 1946–2011 рр. (рис. 8).

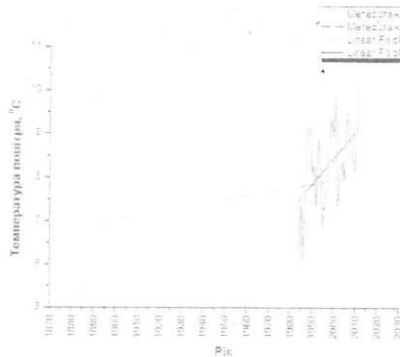


Рис. 7. Середньорічні температури повітря (дані мст Брест (Білорусія) та Світязь (Україна))

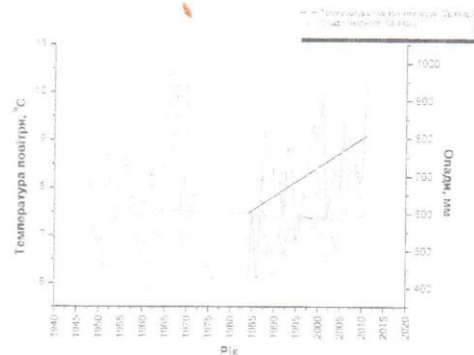


Рис. 8. Зміни річних сум опадів (1946–2011 рр.) та середньорічної температури повітря (1984–2011 рр.) (дані мст Світязь)

Добові розподіли T_c повітря та P_p за 2010–2013 рр. наведені на рис. 9а (весна: квітень–травень) і рис. 9б (літо: червень–серпень), а розподіл P_p для різних сезонів 2010–2013 рр. – на рис. 10. Період 2010–2013 рр. характеризувався досить низькими температурами повітря до середини першої половини квітня. Значний сніговий покрив та різке підвищення температури (до кінця квітня до 15 °С) спричинили значне обводнення території. У літні місяці T_c повітря складала 15–25 °С з незначним підвищенням у серпні.

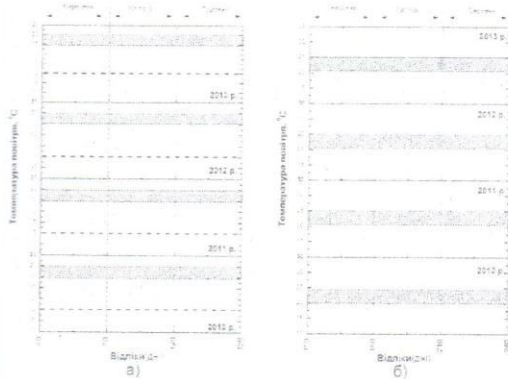


Рис. 9. Хід середньої температури повітря з 2010 по 2013 рр.: а) весняний період (квітень–травень); б) літній період (червень–серпень)

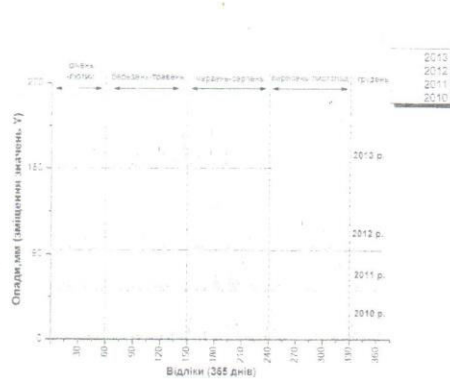


Рис. 10. Зміни опадів відповідно до різних сезонів за період із 2010 по 2013 рр.

Весна–літо 2013 р. були достатньо дощові (рис. 8). Для 2012 р. характерні: незначна кількість опадів (січень–травень); різке підвищення T_c повітря вже наприкінці квітня та на початку травня (>20 °С); мала P_p із березня по липень, що спричинило значну посуху на території БР. У 2011 р. T_c повітря впродовж весни–літа не перевищувала 20 °С. Весною (березень–травень) спостерігалася практична відсутність опадів, тоді як значна їх кількість випала з червня по серпень. Упродовж 2010 р. найбільша кількість опадів спостерігалася в літній період (червень–серпень) (аналогічно, як і у 2011 р.).

У літній період $T_c \approx 20-25$ °С, а у весняний (середина березня – кінець квітня) $T_c \approx 5-10$ °С із різким збільшенням у травні до 20 °С. Отже, для кожного із цих років регіональний клімат мав свої особливості. Тому при аналізі за даними мережі КЕМ наслідків впливу АТФ та ПКФ на компоненти БГС кліматичні показники необхідно обов'язково враховувати.

Найбільш критична ситуація щодо РГВ у свердловинах (рис. 11а) та РПВ у каналах та інших водоймах (рис. 11б) на ТД мережі КЕМ спостерігалась у 2012 р. Значне пониження РГВ у 2010 р. (рис. 11а) не зовсім відповідає реальному стану, оскільки був малий період між часом проведення вимірів і початком закладання свердловин.

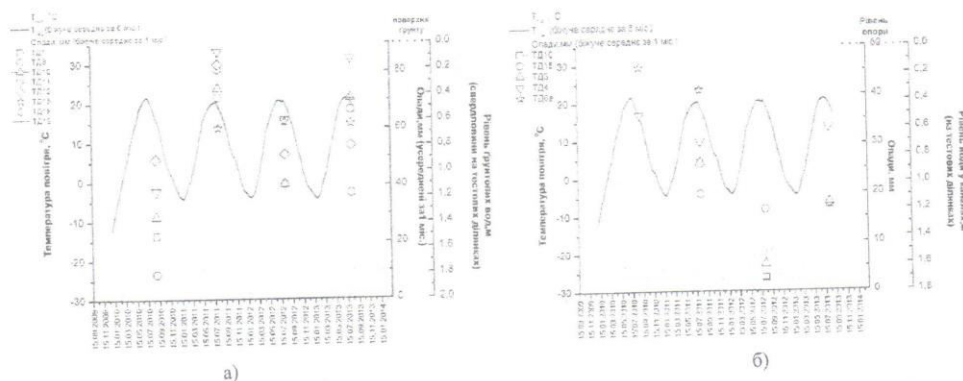


Рис. 11. Зміни кліматичних параметрів (температура повітря, опади), рівня ґрунтових вод та рівня поверхневих вод на тестових ділянках мережі комплексного екологічного моніторингу (2010–2013 рр.): у свердловинах (а), у каналах та інших водоймах (б)

Одним з індикаторів впливу ПКФ і АТФ обрано реакцію рослинності на зміну екологічних параметрів ТД, зокрема вологості ґрунту. Результати порівняння показали, що ця реакція є позитивною, якщо зміни якогось екологічного чинника, зокрема обводнення, є значними й довготривалими. Наприклад, затоплення ТД7 у 2011 р. (весна – кінець літа, рівень води <0,5 м) зумовило відмирання соснового деревостану та випадіння травостою; проекційне покриття (<10 %) утворювала лише молінія голуба (*Molinia caerulea*), тоді як приземний ярус, сформований чорницею (*Vaccinium myrtillus*) (>70 % покриття), вимок цілковито. У 2012 р. спостерігалось часткове відновлення чотирьох видів рослин, із яких ситник розлогий (*J. effusus* P.) формував 3%-не покриття, молінія голуба – 2%-не, а ожина несійська (*Rubus nessensis* W. Hall.) та чорниця були представлені поодинокими особинами. Через рік, у 2013 р., покрив ділянки формували ті ж самі види рослин, але проекційне покриття ситника розлогого, який є видом гігрофільним, уже досягло 40 %, тоді як мезофіт молінія голуба не відновила проекційне покриття вище 5 %. На ділянці також сформувався наземний моховий покрив із переважанням такого гігрофільного виду, як брахитеїя струмковий (50 %) та сфагн гостролистий (*Sphagnum capillifolium*) (+). Як бачимо, реакція рослинності на затоплення може бути і швидкою, і чітко вираженою.

Якщо ж зміни обводненості є річними чи сезонними, або вологість ґрунтів змінюється незначно, то реакція рослинності є слабо вираженою. ТД4, найближча до Хотиславського кар'єру, презентує наслідки видобутку торфу (рис. 12). У 2011 р. рівень води тут був до 1 м, і рослинність формували осоки (*Carex*) та рогіз. У 2012 р., на час опису, водойма була цілком обсохлою. Проте видовий склад рослин станом на 2013 р. тут змінився мало, оскільки осоки та рогіз, маючи потужні кореневі системи, здатні витримувати значні перепади рівня обводненості – від затоплення до цілковитого осушення, внаслідок якого випав лише пухирник малий (*Utricularia minor* L.), що є цілком закономірним для водних рослин у водоймах зі стоячою водою. Середня глибина водойми у 2010, 2011, 2013 роках коливалась у межах 0,5 м, тоді як у 2012 р. водойма була повністю суха (рис. 12).

Лише незначні зміни проекційного покриття видів відзначено на ТД6, що представляє вологі луки, на яких проводиться випас худоби (рис. 13). Стійким домінантом рослинного угруповання є ситник розлогий (60 % проекційного покриття). Проте в посушливий 2012 р. субдомінантом травостою став перстач гусячий (*Potentilla anserina* L.) (10 %), а у 2013 р. субдомінантами були жовтець їдкий (*Ranunculus acris*) та перстач гусячий. Ситник розлогий є гігрофілічним видом, і постійність його домінування, а також переважаючого жовтецю, відображає посилення обводненості ділянки у 2013 р. і дає підстави зробити висновок про відсутність постійного зниження вологості ґрунту на ТД 6 (рис. 13).

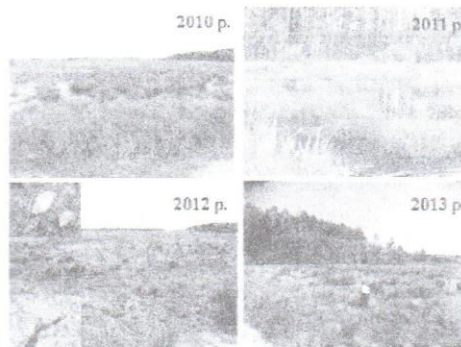


Рис. 12. Тестова ділянка 4 – волойма, утворена внаслідок видобутку торфу

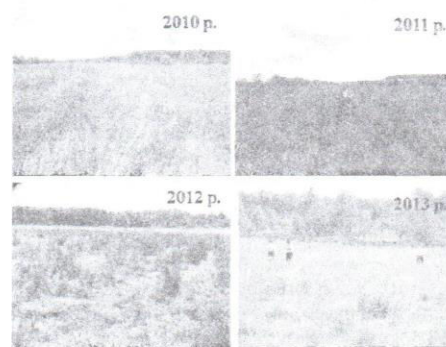


Рис. 13. Тестова ділянка 6 – вологі луки, на яких проводиться випас худоби

У випадку проточності водоїм реакція вільно плаваючих водних рослин дещо інакша. Так, на ТД3 (рис. 14) у 2011 р. проекційне покриття ряски малої (*Lemna minor* L.) було 50%-ве та багатокорінника (*Spirodela*) – 40%-ве. У сухий 2012 р., внаслідок значного прогрівання води, проекційне покриття ряски збільшилося до 80 %, а у 2013 р. – ряска майже зникла, оскільки рівень води був високим і проточність каналу, особливо у весняний період, була дуже сильною.

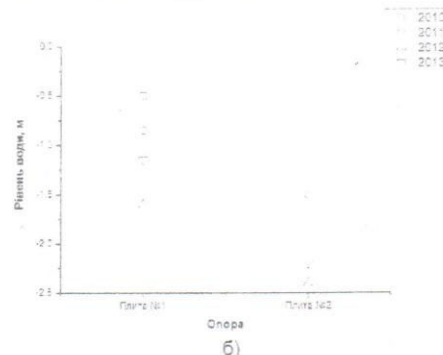
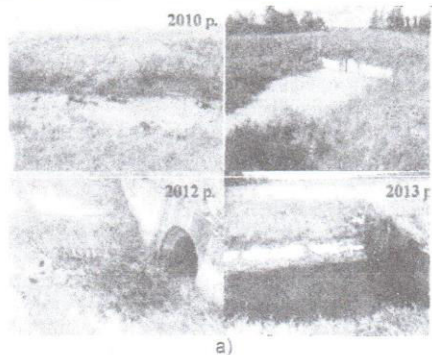


Рис. 14. Тестова ділянка 3 (еволюція стану з 2010 р. по 2013 р.):

а) магістральний канал на кордоні з Білоруссю; б) рівні води в магістральному каналі

На суходільних лісових ділянках у лісорослинних умовах свіжих (В2, ТД2) та вологих суборів (В3, ТД17) змін видового складу й домінування видів рослин протягом періоду досліджень загалом не відзначено, що свідчить і про стабільність тут екологічних умов, і про незначну норму реакції соснових лісів на коливання рівня обводненості. Наявність таких коливань найкраще відображає рівень води в каналах чи в закладених свердловинах. Наприклад, на ТД10 (осушувальний канал Селенський) (рис. 15) різке падіння РГВ було зафіксоване у 2012 р., зокрема РГВ у свердловині знизився на 0,75 м та 0,67 м порівняно з 2011 та 2013 рр., відповідно.

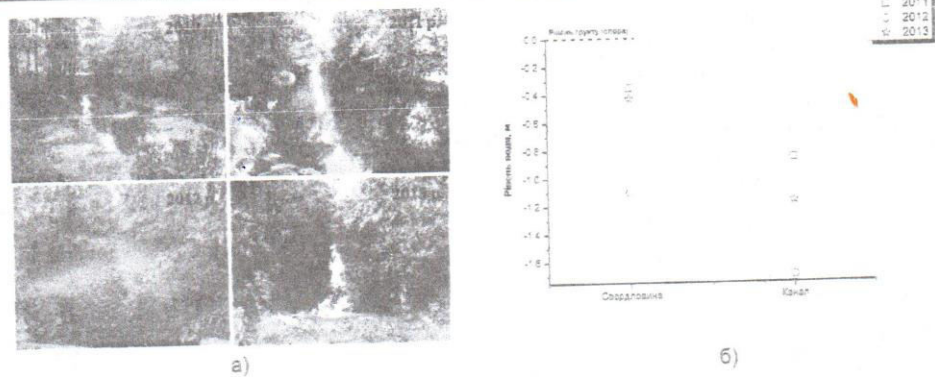


Рис. 15. Осушувальний канал Селенський

ТД 10 досить добре відображає коливання рівнів води. Станом на 2012 р. осушувальний канал був зовсім сухим і висота від опори становила 1,70 м. Найбільший рівень води в каналі спостерігався у 2011 р. – 0,86 м від опори. Впродовж 2011–2012 рр. не спостерігалось особливих змін рослинності на ТД 10. У 2013 р. рослинність тут відзначена як збільшення участі гідрофільного виду – щучки дернистої в наземному вкритті, але це прояв реакції на високий рівень зволоженості ділянки весною 2013 року.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Порівняльний аналіз описів рослинності на тестових болотистих та суходільних ділянках, зроблених упродовж чотирьох років спостережень, відображає часткові зміни в структурі рослинних угруповань унаслідок змін вологості ґрунту, але які зумовлені кліматичними чинниками. Зроблено висновок, що реакція фітосистем на пробних ділянках на коливання рівня обводненості за цей період не є одновекторною та стабільною, і говорити про зміну обводненості ґрунтів та структури рослинних угруповань внаслідок впливу Хотиславського кар'єру поки що підстав немає.

Джерела та література

1. Зузук Ф. В. Вірогідність впливу розробки Хотиславського родовища крейди на заповідні екосистеми Волині / Ф. В. Зузук, В. Г. Мельничук, І. І. Залеський // *Природа Західного Полісся та прилеглих територій*. – 2012. – № 9. – С. 3–11.
2. Проект ЄС «Включення питань змін клімату в управління вразливими екосистемами: природно-заповідні території Полісся, Україна» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.polissya.eu/2012/01/wetlandsclimate-polissya-projekt-es.html>
3. Розроблення методів оцінювання впливу природно-кліматичних та антропогенних факторів на трансформацію компонентів біогеосистеми Західного Полісся. – Звіт про НДР. – № держреєстрації 0112U002785. – Львів: Фізико-механ. ін-т ім. Г. В. Карпенка НАН України, 2012. – 222 с.
4. Панасюк В. В. Система комплексного екологічного моніторингу природного середовища Шацького національного природного парку / [В. В. Панасюк, П. В. Юрчук, О. В. Альохіна та ін.] // *Наук. вісн. Волин. держ. ун-ту ім. Лесі Українки. Екологія*. – 2012. – С. 305–313.
5. Bernauer T. National climate policies in international comparison: The Climate Change Cooperation Index / T. Bernauer, T. Bohmelt // *Environmental Science & Policy*. – 2013. – № 25. – P. 196–206.
6. Kammen D. M. Complexity and interdisciplinary approaches to environmental research / D. M. Kammen // *Environ. Res. Lett.* – 2013. – № 8. – 010201 (3 pp).
7. Kloor K. Nature Reports Climate Change / K. Kloor. – 2009. – November. – № 26.
8. Lung T. A multi-hazard regional level impact assessment for Europe combining indicators of climatic and non-climatic change / [T. Lung, C. Lavalle et al.] // *Global Environmental Change*. – 2013. – № 23. – P. 522–536.
9. Ma Z. Analysis of impacts of climate variability and human activity on streamflow for a river basin in arid region of northwest China / Z. Ma, Sh. Kang // *Journ. of Hydrology*. – 2008. – Vol. 352, Is. 3–4. – P. 239–249.
10. Le Page Y. Thomson et al. Sensitivity of climate mitigation strategies to natural disturbances [Electronic resource] / [Y. Le Page, G. Hurtt, A M Thomson et al.] // *Environ. Res. Lett.* – 2013. – 8. – 015018 (6 pp). – Mode of access: <http://iopscience.iop.org/1748-9326/8/1/015018>

Стаття надійшла до редколегії
29.11.2013 р.