

УДК 504.064.3 (477.82)

В. В. Панасюк – доктор технічних наук, професор, академік НАН України, директор Фізико-механічного інституту імені Г. В. Карпенка НАН України;

П. В. Юрчук – директор Шацького національного природного парку Державного агентства лісових ресурсів України;

В. В. Кошовий – кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, завідувач Шацької міжвідомчої науково-дослідної екологічної лабораторії, завідувач відділу фізичних методів розпізнавання слабоконтрастних об'єктів в неоднорідних середовищах Фізико-механічного інституту імені Г. В. Карпенка НАН України;

Л. І. Муравський – доктор технічних наук, старший науковий співробітник, завідувач відділу оптико-електронних інформаційних систем 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;

П. Т. Яценко – кандидат біологічних наук, учений секретар Інституту екології Карпат НАН України;

В. І. Матейчик – заступник директора з наукової роботи Шацького національного природного парку Державного агентства лісових ресурсів України;

О. В. Альохіна – молодший 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

Система комплексного екологічного моніторингу природного середовища Шацького національного природного парку

Роботу виконано у Фізико-механічному інституті ім. Г. В. Карпенка НАН України

У статті аргументовано необхідність створення цільової мережі комплексного екологічного моніторингу, націленої на довготривалий контроль стану компонентів природного середовища заповідних та антропогенізованих екосистем Шацького національного природного парку в зоні можливого впливу промислового освоєння крейдового родовища «Хотиславське» в Республіці Білорусь. Висвітлено питання організації структури такої мережі моніторингу з використанням методів і засобів дистанційного зондування Землі, наземних спостережень та інструментальних вимірювань. Наведено результати її функціонування за період 2010–2012 рр. і попередні висновки за цими результатами.

Ключові слова: природоохоронна територія, Шацький національний природний парк, кліматичні умови, антропогенний вплив, Хотиславський кар'єр, комплексний екологічний моніторинг, стан екосистеми, дистанційне зондування Землі, наземні спостереження, тестова ділянка, водно-температурний режим ґрунту, біоіндикатор.

Панасюк В. В., Юрчук П. В., Кошевой В. В., Муравский Л. И., Горбань И. М., Яценко П. Т., Алёхина О. В., Корусь Н. Н. Система комплексного экологического мониторинга природной среды Шацкого национального природного парка. В статье аргументирована необходимость создания целевой сети комплексного экологического мониторинга, нацеленной на долговременный контроль состояния компонентов природной среды заповедных и антропогенизированных экосистем Шацкого национального природного парка в зоне возможного влияния примышленного освоения мелового месторождения «Хотиславское» в республике Беларусь. Освещены вопросы организации структуры такой сети мониторинга с использованием методов и средств дистанционного зондирования Земли, наземных наблюдений и инструментальных измерений. Приведены результаты ее функционирования за период 2010–2012 гг. и предварительные выводы по этим результатам.

Ключевые слова: природоохранная территория, Шацкий национальный природный парк, климатические условия, антропогенное воздействие, Хотиславский карьер, комплексный экологический мониторинг, состояние экосистемы, дистанционное зондирование Земли, наземные наблюдения, тестовый участок, водно-температурный режим почвы, биоиндикатор.

© Панасюк В. В., Юрчук П. В., Кошовий В. В., Муравський Л. І., Горбань І. М., Яценко П. Т., Матейчик В. І., Альохіна О. В., Корусь М. М., 2012

Panasyyuk V. V., Yurchuk P. V., Koshovyy V. V., Muravskyy L. I., Gorban I. M., Jashchenko P. T., Al'okhina O. V., Korus' M. M. A System of Complex Ecological Monitoring of the Shatsk National Natural Park Natural Environment. The need of creation of the target network of complex ecological monitoring is argued in the present article. This network is directed on the long-term control of the state of both natural protected environment components and anthropogenic ecosystems of the Shatsk National Natural Park within the area of possible impact of industrial development of the «Hotyslavsk» chalkpit in Belarus. The problems of organization of the above-mentioned monitoring network structure using as Earth Remote Sensing methods and facilities so ground-based investigations and instrumental measurements are covered. The results of its functioning during the 2010–2012 years period and preliminary conclusions according to these results are presented.

Key words: nature-protected territory, Shatsk National Natural Park, climate conditions, anthropogenic influence, Hotyslav pit, complex ecological monitoring, ecosystem state, remote sensing of the Earth, ground-based observations, test site, soil water-temperature regime, bioindicators.

Постановка наукової проблеми та її значення. Шацький національний природний парк (НПП) є ключовою природоохоронною територією, що входить до складу Транскордонного (польсько-білорусько-українського) біосферного резервату (ТБР) ЮНЕСКО «Західне Полісся». Його територія утворює природне ядро Поліського екологічного коридору, входить до переліку Всеєвропейської екологічної мережі у рамках міжнародної природоохоронної програми ЄС–НАТУРА 2000 та Рамсарської конвенції, що покликана вдосконалити управління водо-болотними ресурсами, які мають міжнародне значення (UA/20). ЮНЕСКО визнало Шацькі озера найбільш цінними прісноводними екосистемами Східної Європи.

Однак на сьогодні підсилюється вплив факторів антропогенного впливу на природні екосистеми Західного Полісся (рекреація, несанкціоновані лісові вирубки та кар'єри будівельних матеріалів, сміттєзвалища, автомобільний транспорт тощо), що можуть призвести до подальшої трансформації озер та водно-болотних угідь з високим природоохоронним статусом міжнародного рівня. Нові загрози екосистемі, включаючи екосистему Шацького НПП, обумовлені будівництвом надглибокого Хотиславського кар'єру на території Республіки Білорусь поруч із державним кордоном України та границею Шацького НПП, в околі якого створюється потужний комплекс з видобутку на великих глибинах піску і крейди [1].

Хотиславський кар'єр містить три види корисних копалин: до глибини 7,5 м – піски, які широко застосовують у будівельній промисловості, від 7,5 до 13 м – залишки унікальних кварцових пісків, а з 13 до 70 м – потужну крейдову товщу, яка у верхній частині має надзвичайно високу якість. Тому промислова експлуатація цього кар'єру може принести Білорусі великі прибутки і призупинення видобутку корисних копалин у цьому районі є дуже складним процесом як в еколого-економічному, так і в політичному сенсі.

Аналіз останніх досліджень із цієї проблеми. На рисунках 1–3 наведено космічні знімки околу Хотиславського кар'єру за період 2001–2009 рр., тематично оброблені за даними дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) із супутників Landsat (роздільна здатність ≈ 30 м) і Rapid Eye (роздільна здатність ≈ 5 м), а в таблиці 1 – периметр і площа водного дзеркала в межах кар'єру, визначені за цими космоснітками.

Отже, розробка Хотиславського кар'єру може мати для території Шацького НПП негативні наслідки як екологічного, так і соціального характеру [1]. Пониження рівня ґрунтових вод, очевидно, провокуватиме зміни мікроклімату, що в свою чергу може привести до значних змін у регіональному природокористуванні – сільськогосподарському та лісгосподарському виробництвах, підтримці видового різноманіття біоти та біологічної продуктивності екосистем. З іншого боку, негативні наслідки цього процесу швидко впливатимуть на обміління комплексів торфових боліт та інших болотних угідь Шацького НПП, що особливо негативно може відобразитися на змінах рослинного покриву лісових та лучних екосистем, продуктивності лісових порід. Як черговий наслідок такого негативного впливу на рівень ґрунтових вод передбачається стрімкий розвиток макрофітів, обміління, зростання рівня забруднення озер та втрата високої якості прісної води озер Шацького НПП. У свою чергу ці фактори пов'язані з подальшим станом лісових екосистем, для яких може відбутися різке погіршення водообміну та підсихання цінних деревостанів. Як наслідок, підсушення лісових ґрунтів помітно погіршить умови зростання цінних лісових порід, якість лісгосподарської продукції та сприятиме їх всиханню, а також підвищить небезпеку зростання кількості пожеж і збільшення матеріальних витрат та фінансових видатків на протидію пожежам. Погіршення гідрологічного

режиму, що передбачається внаслідок розробки кар'єру, спричинить також швидку деградацію сільськогосподарських угідь та різке скорочення урожайності головних культур.

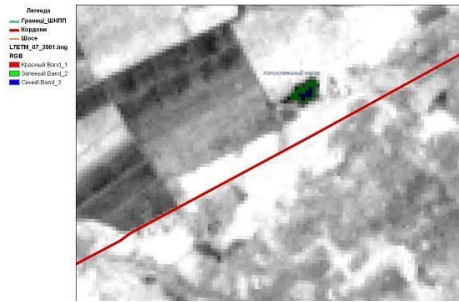


Рис. 1. Хотиславський кар'єр станом на 2001 р., Landsat 7ETM

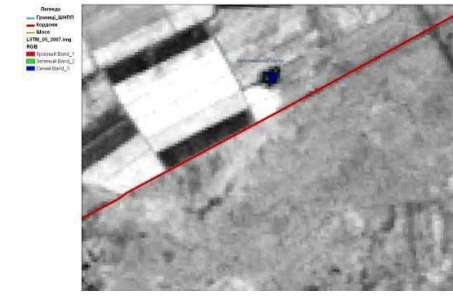
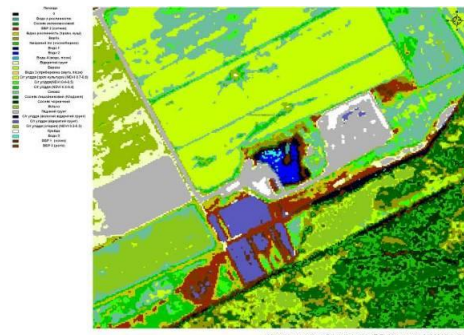


Рис. 2. Хотиславський кар'єр станом на 2007 р., Landsat 5TM



Рис. 3. Хотиславський кар'єр станом на 2009 р., супутник Rapid Eye



Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України

Таблиця 1

Периметр і площа водного дзеркала в межах Хотиславського кар'єру

	Периметр, км	Площа, км ²
Landsat 7ETM, 2001 р.	0,84	0,027
Landsat 5TM, 2007 р.	0,66	0,0135
Rapid Eye, 2009 р.	1,36	0,078

Значні площі Шацького району в минулому були осушені і в сучасних умовах потребують ефективного управління водним балансом, у зв'язку з чим міжнародний ЕКОНЕТ-фонд протягом останніх років впровадив проекти, пов'язані з ренатуралізацією природних боліт Шацького НПП. Нове пониження гідрологічного режиму сприятиме зростанню швидкості ерозійних процесів ґрунтового покриву та збільшенню небезпеки опустелення, що вже передбачали для регіону Полісся міжнародні інституції з проблем опустелення в Європі.

За даними космічних знімків помітно, що різке пониження рівня ґрунтових вод спричинить зникнення таких озер, як Луки, Перемут, Мошне, які на сьогодні є особливо важливими локалітетами для відтворення біологічного різноманіття і, зокрема, видів, що занесені до Червоних книг трьох сусідніх держав – Білорусі, Польщі, України (низка видів рослин, комах, птахів, земноводних), а також до природоохоронного переліку Бернської конвенції, що ратифікована урядом України як членом Ради Європи. У таких умовах уряд України не може забезпечити взяті на себе зобов'язання стосовно виконання ратифікованої ним міжнародної Рамсарської Конвенції щодо збереження водно-болотних угідь, які мають міжнародне значення.

Передбачається значне пониження ґрунтових вод у населених пунктах на території Шацького району, спад рівня прісної води у колодязях та погіршення санітарно-гігієнічного стану місцевого населення, що матиме особливо негативний вплив в умовах високого ступеня розвинутого туризму та рекреації.

Формулювання мети та завдань статті. Враховуючи недостатню активність відповідних владних структур України щодо врегулювання цієї проблеми на міждержавному рівні, в цих умовах зростання загрози антропогенної трансформації природних екосистем Шацького НПП необхідно розробити систему регіонального комплексного екологічного моніторингу (КЕМ), що надасть мож-

ливість якнайшвидше виявити зміни стану екосистем та їх біологічної різноманітності, спрогнозувати подальший розвиток цих змін та можливі економічні збитки держави Україна, які безумовно можуть бути спричинені значними втратами у сфері природокористування та раціонального використання водних, рекреаційних та сільськогосподарських ресурсів.

Матеріали та методи. Усі просторові об'єкти мережі розташовані по діагоналі між розробкою території Хотиславського кар'єру та східними берегами озера Світязь вздовж горизонтального вектора Головного Європейського вододілу. При закладанні тестових ділянок враховано всі типи природних та антропогенізованих екосистем.

Виклад основного матеріалу й обґрунтування отриманих результатів. Структуру системи КЕМ наведено на рисунку 4. Її розроблено з урахуванням значної площі території моніторингу, і тому вона містить і блок наземних досліджень, і блок ДЗЗ. Дані, напрацьовані цими блоками моніторингу, наповнюють базу даних географічної інформаційної системи (ГІС) Шацького НПП, програмними засобами якої здійснюється їх обробка і аналіз.



Рис. 4. Структура системи комплексного екологічного моніторингу в зоні впливу родовища «Хотиславське»

Формування мережі КЕМ. Формування мережі КЕМ, націленої на довготривалий контроль стану природного середовища заповідних та антропогенізованих екосистем у зоні передбачуваного впливу розробки Хотиславського кар'єру в Республіці Білорусь, було розпочато у серпні 2010 р. співробітниками Фізико-механічного інституту ім. Г. В. Карпенка НАН України у співпраці зі співробітниками наукового відділу Шацького НПП. Як результат – засновано цільову мережу тестових ділянок (ТД) та інших мережевих точок.

Усі просторові об'єкти цієї мережі (ТД та радіальні точки з радіусом до 25 м) розташовано по діагоналі між розробкою території Хотиславського кар'єру (рис. 5) та східними берегами озера Світязь вздовж горизонтального вектора Головного Європейського вододілу (ГЄВ) між водотоками басейнів Чорного та Балтійського морів, який пролягає по території Шацького та Ратнівського районів Волинської області та південних і південно-західних кордонах Республіки Білорусь (рис. 6). При цьому слід звернути особливу увагу на те, що розробка Хотиславського кар'єру зосереджена

вздовж вектора ГЄВ із заходу на схід, як і розташований басейновий стік річок у Балтійське та Чорне моря. На ГЄВ наявні значні підвищення рельєфу (рис. 6), де зосереджено запаси піску, а у нижніх шарах – крейди та глини. Очевидно, саме ці геологічні складники є важливим регулятором розподілу поверхневих та підземних вод, що утворюють систему різних басейнів. Але порушення такої геологічної цілісності саме на межі ГЄВ і може стати причиною складних антропогенних перетворень із непередбачуваними наслідками на екосистемному та соціально-економічному рівнях.

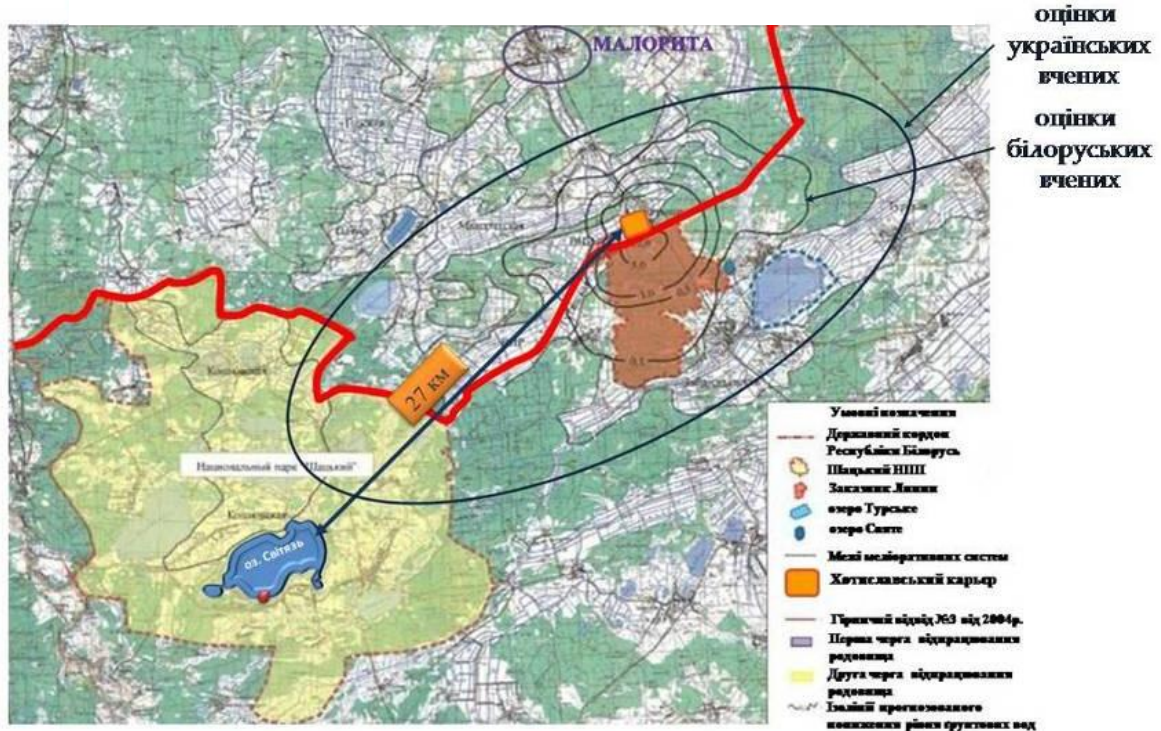


Рис 5. Зони прогнозованого екологічного впливу промислового освоєння родовища «Хотиславське» за прогнозом українських і білоруських вчених

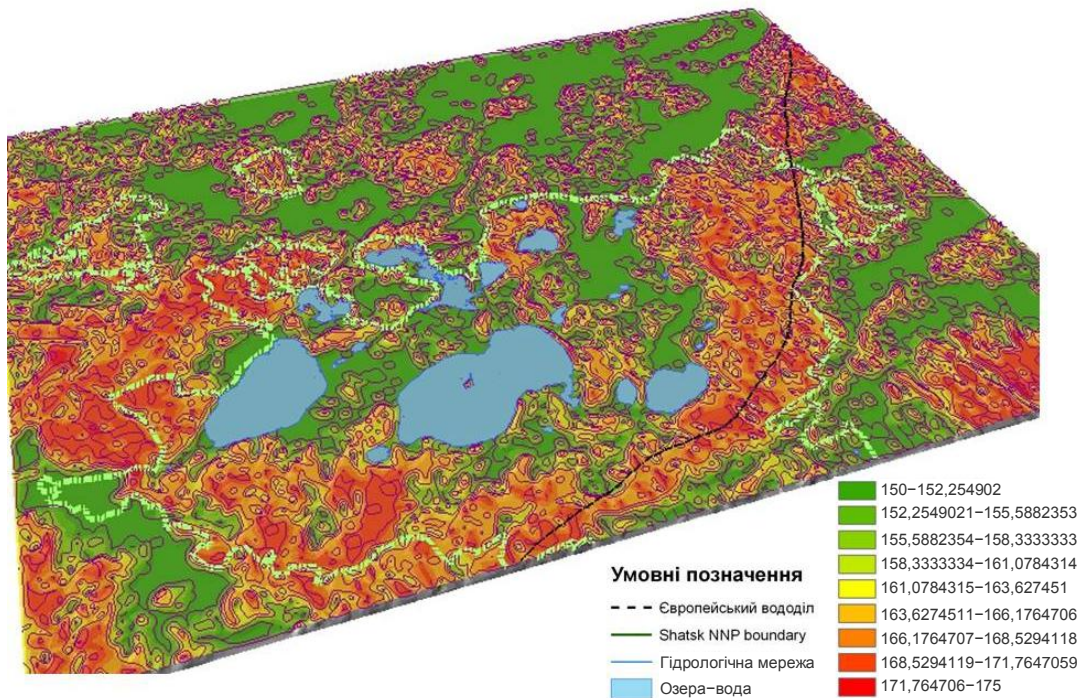


Рис 6. Головний Європейський вододіл між водотоками басейнів Чорного та Балтійського морів на території Шацького НПП (за даними ДЗЗ цієї території)

При закладанні тестових ділянок вздовж цього вектора об'єктивно враховано наявність усіх типів природних та антропогенізованих екосистем, продуктивність та сталий розвиток яких меншою чи більшою мірою пов'язаний із динамічними процесами водообміну та сезонними коливаннями рівня ґрунтових вод.

У процесі формуванні системи КЕМ:

- встановлено GPS-координати ТД та мережевих точок;
- обрано ТД в різних лісових екосистемах для контролю стану продуктивності різних типів лісостанів та їх ґрунтового покриву, здійснено описи типів лісу, встановлено види фітоіндикаторів стану умов зростання та домінантів ґрунтового покриву, встановлено видовий склад наявних видів флори та фауни, що мають властивості біоіндикаторів природного стану екосистем, їх біологічної продуктивності та наявності біорізноманіття;
- визначено локалізацію вздовж ГСВ мережевих точок КЕМ (джерела, діагональні перерізи, русла малих річок або магістральних меліоративних каналів), найбільш інформативних для ефективного контролю стану та сезонної динаміки рівня поверхневих вод, що взаємопов'язані з природним рівнем ґрунтових вод та історичним заляганням берегових ліній озер Шацького НПП; знято показники рівня поверхневих вод – глибини, ширини водного дзеркала річки, ширини берегів річки або меліоративних каналів;
- встановлено чотири незалежні свердловини (рис. 7а), розташовані на межі ГСВ вздовж вектора між озером Світязь та Хотиславським кар'єром у найбільш оптимальних умовах обраних ТД на вологих лісових та торфових ґрунтах (торфові болота Шацького НПП між озерами Кримно, Соминець, Луки-Перемут, Пісочне, Світязь повинні одними з найперших відреагувати на зміни рівня ґрунтових вод); ці типи ґрунтів, як правило, одними з перших реагують на сезонні коливання рівня ґрунтових вод і тому повинні перебувати під тривалим спостереженням для контролю стану ґрунтових вод у відкритих екосистемах (луки-пасовища та різні типи лісу);
- створено мережу із восьми ґрунтових розрізів (рис. 7б) (у відкритих екосистемах (природні луки або пасовища) і в різних типах лісових екосистем) з метою контролю визначення стійкості та динаміки залягання різних шарів ґрунту в тих чи інших умовах зволоження (глибина розрізів враховує прогнози коливання рівня ґрунтових вод у зоні дії Хотиславського кар'єру).



а)



б)

Рис. 7. Незалежні свердловини для контролю стану ґрунтових вод (а) та ґрунтові розрізи (б) у відкритих екосистемах (луки-пасовища) і в різних типах лісових екосистем

На космоснімку (рис. 8) наведено просторове розташування ТД (помічені цифрами) мережі КЕМ. У процесі її формування встановлено сучасні показники стану рівня ґрунтових вод на відкритому просторі (луки та пасовища) і в лісових екосистемах (різні типи лісу – вільшаник – ольс, бір, субір, змішаний ліс з наявністю дуба, кореневі системи якого особливо чутливі до коливань рівня ґрунтових вод). З метою довготривалого контролю динамічних процесів встановлено рівні залягання ґрунтових вод у найбільш критичний період річного циклу (друга половина серпня кожного календарного року), коли рівень ґрунтових вод у лісових і болотних екосистемах досягає найнижчого рівня.

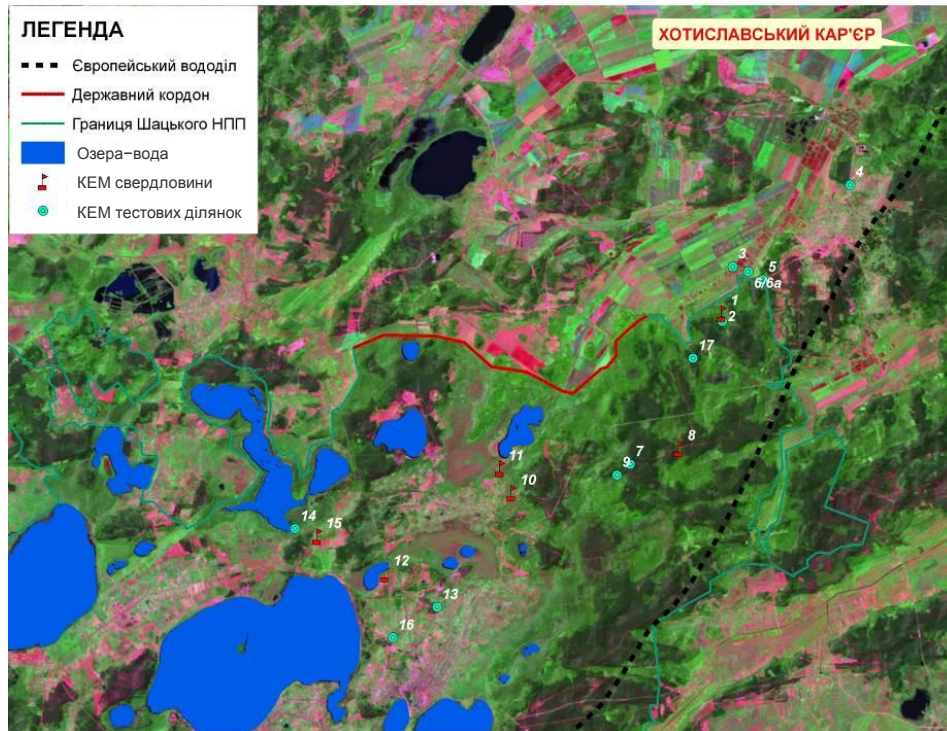


Рис. 8. Мережа комплексного екологічного моніторингу в зоні передбачуваної дії розробки Хотиславського кар'єру в Республіці Білорусь

Для кожної ТД створено паспорт, який містить: дані про локалізацію ділянки, таксаційні дані, описи живого надгрунтового вкриття, дані про індикаторні види флори та орнітофауни, описи ґрунтових розрізів, дані про рівні ґрунтових вод у свердловинах, каналах тощо. У кожному паспорті є фототека зі щорічними знімками стану наземних складників екосистем, які перебувають під спостереженням на ТД.

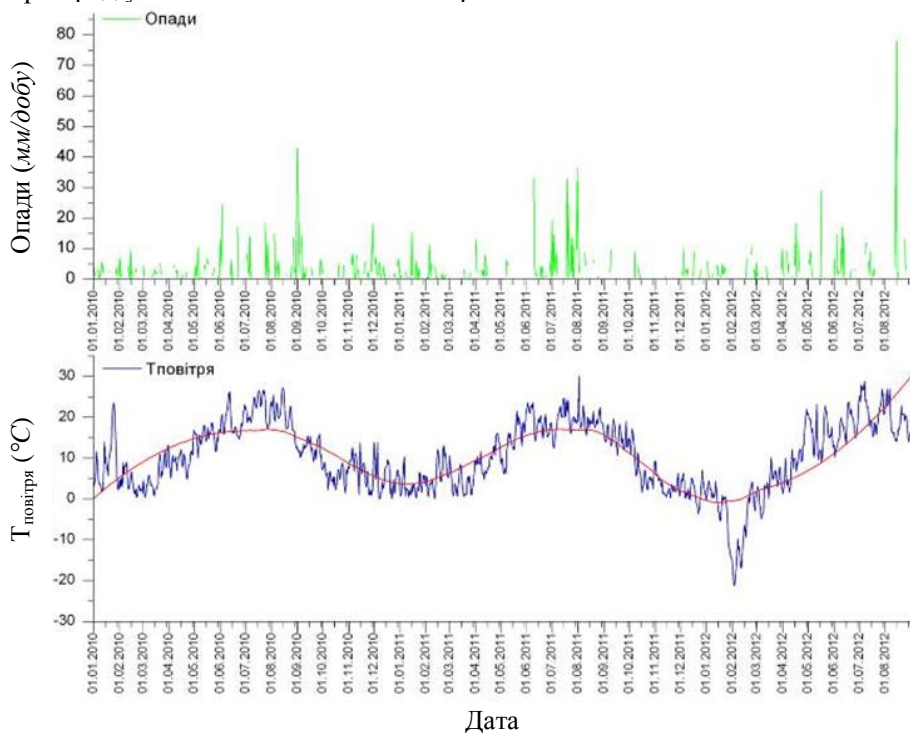
Методика відбору даних системою КЕМ та їх аналізу передбачає: фіксацію і опис характеристик досліджуваних біотичних і абіотичних компонентів екосистем при польових наземних дослідженнях; інструментальні вимірювання параметрів водно-температурного режиму ґрунтів (вологість, температура, електропровідність і солоність на різних глибинах ґрунту) і параметрів мікроклімату (температура, кількість опадів) (рис. 9а); оброблення і тематичну класифікацію космічних знімків регіону розташування ТД КЕМ; порівняльний аналіз даних наземних спостережень і ДЗЗ; зіставлення результатів щорічних спостережень (рис. 9б) для виявлення трендів у змінах досліджуваних параметрів і характеристик.

Попередні результати. У 2012 р. встановлено:

- на ділянці ТД 3 – різке падіння рівня ґрунтових вод у магістральних меліоративних каналах (порівняно з 2011 р. практично на 1 м); зміни і співвідношення видів рослин у формуванні рослинності; у рослин водного середовища домінантом стала ряска мала, тоді як участь багаторічника та елодеї канадської значно зменшилася; із надводних рослин збереглися лише поодинокі екземпляри їжачої голівки та щавлю; видовий склад рослин узбережної смуги на тестовій ділянці змін не зазнав;
- на ділянці ТД 4, що розташована найближче до зони впливу дії Хотиславського кар'єру, відмічено найбільш глибокі зміни, зокрема у першій декаді серпня 2012 р. вона повністю була позбавлена води і мала критичний стан – загинули всі види риб та молюсків, більшість земноводних мігрувала на інші ділянки, де була вода, тоді як у 2011 р. на цій водо-болотній території розмножувалися гідробіонти, риби та земноводні; видовий склад рослин оголеного дна водойми (індикаторні види – череда трироздільна, ситник членистий, вовконіг європейський) поміж парцелями рогозу та осоки більш характерний для заболочених мілководь, а не водойм, проте домінантна роль рогозу та осоки омської, як і купинний її характер, у парцелях зберігаються;
- на ділянці ТД 10 у магістральному меліоративному каналі від озера Люцимер до озера Кримно вода в першій половині серпня була повністю відсутня, хоча у найбільш посушливий

період 2011 р. був ще достатньо високий рівень води; рівень ґрунтових вод зменшився на 0,75 м; рослинність ділянки без змін; всі індикаторні види земноводних, які виявлено на цій ділянці у 2010–2011 рр. (кваска звичайна *Hyla arborea*, жаба травяна *Rana temporaria*), покинули її на дві декади раніше;

- на ділянці ТД5 частково регульована мала річка на межі Шацького НПП та кордонів Поліського лісництва на початок першої декади серпня пересохла повністю, а у найбільш посушливий період 2011 р. був достатньо швидкий, хоча і мілководний стік води; серед рослинних індикаторів – лепешняк плавучий зник зі складу прибережної рослинності; зникли всі умови для існування і життєвих циклів у квакші та у рідкісного виду бабок – коромисла (*Aeshna juncea*), що повністю пов'язано з відсутністю чистої води, хоча їх чисельність у 2011 р. в радіусі 100 м становила 1–2 пари.



а

ТЕСТОВА ДІЛЯНКА № 10													
GPS КООРДИНАТИ: N 51,54966 E 23,96685													
ЛОКАЛІЗАЦІЯ				ЛІСНИЦТВО		КВАРТАЛ		ВИДІ					
Волинська обл., Шацький р-н., біля мосту через «Селенський» осушувальний канал, справа дороги (з с.Гути до с.Мельники)				Мельницьке		31		45					
За генезисом		Молодий вільховий ліс, що сформувався при каналі.											
Свердловина	Рівень ґрунтових вод (РГВ), м			Канал, рив, річка, болото	Ширини (м)			Глибина (м)			Швидкість течії (м/с)		
	2010	2011	2012		2010	2011	2012	2010	2011	2012	2010	2011	2012
	1,35	0,35	1,10		до 6	-	-	0,4 (весною 1,2)	-	-	-	-	-
ПРИМІТКИ													
2010				2011				2012					
Селенський канал.				Селенський канал. Рівень води від плити – 86см.				Селенський канал. Рівень води від плити – 1,70 см.					
ФОТО													
2010				2011				2012					

б

Рис. 9. Зміни параметрів мікроклімату (а) і параметрів стану екосистеми тестової ділянки 10 (б) за період 2010–2012 рр.

Висновки й перспективи подальших досліджень. Створення системи КЕМ стану заповідних та антропогенізованих екосистем у зоні впливу Хотиславського кар'єру є надзвичайно актуальною проблемою і сьогодні це найбільш ефективний засіб своєчасного виявлення негативних змін стану природного середовища в цьому регіоні.

Ефективність створеної авторами системи КЕМ забезпечує оптимальне поєднання методів наземних спостережень, геоінформаційних технологій і космічних технологій з використанням методів ДЗЗ.

Трирічний період організації та проведення КЕМ є недостатнім для формування переконливих висновків щодо дії можливого впливу розробки Хотиславського кар'єру на стан і біорізноманіття природних екосистем Шацького НПП, оскільки на стан цих екосистем також впливають природні та антропогенні фактори.

За результатами трирічних (2010–2012 рр.) спостережень засобами створеної системи КЕМ виявлено певні, іноді достатньо суттєві, зміни у стані і біорізноманітті природних екосистем на тестових ділянках Шацького НПП, обумовлені зменшенням обводненості у 2012 р. Виявлено досить незначні коливання у поширенні та біотопічному розподілі видів індикаторів, хоча рівень ґрунтових вод при цьому зазнавав значних коливань і у 2012 р. він був найнижчим за весь період досліджень.

На сьогодні ще не можна дати однозначної відповіді на те, що переважає у формуванні цих змін – природний фактор чи антропогенний, хоча більш ймовірною причиною зменшення обводненості у 2012 р. є вплив кліматичного фактору.

Продовження наступних досліджень у програмі КЕМ є необхідною умовою для встановлення об'єктивних причин та наслідків впливу антропогенних перетворень і кліматичних змін на цілісність та продуктивність екосистем Західного Полісся.

Список використаної літератури

1. Зузук Ф. В. Чи існує загроза існуванню екосистеми Шацького національного природного парку / Ф. В. Зузук, І. І. Залеський // Наук. вісн. Волин. держ. ун-ту ім. Лесі Українки. – 2007. – № 11, ч. 1 : Шацький нац. природ. парк: регіон. аспекти, шляхи та напрями розвитку. – С. 77–81.

Адреса для листування:

Львів, 79053, вул. Наукова, 5.

Тел.: (322) 63-72-18; факс: (322) 64-94-27.

Ел. адреса: koshovy@ipm.lviv.ua

Статтю подано до редколегії
20.09.2012 р.