

## ФІТОІНДИКАЦІЙНИЙ АНАЛІЗ ТРАНСФОРМАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ ВОДНО-БОЛОТНИХ УГІДЬ

І.В. Хом'як

*Житомирський державний університет ім. Івана Франка*

**PHYTOINDICATION ANALYSIS TRANSFORMATION PROCESSES IN WETLANDS. Khomyak I.V. — Nature Reserves in Ukraine. — 2013. — 19 (1): 38–42.** The problem and results of indicator for setting features dynamic transformation processes in wetlands has been considered. The classic features of edaphic factors change during self-development and human transformation of aquatic and wetland ecosystems of central Woodlands was uncovered. A comparison between the effect of natural and anthropogenic transformation has been provided.

**Key words:** natural and anthropogenic transformation, ecosystem, phytoindication.

**ФІТОІНДИКАЦІЙНИЙ АНАЛІЗ ТРАНСФОРМАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ ВОДНО-БОЛОТНИХ УГІДЬ. Хом'як І.В. — Заповідна справа в Україні. — 2013. — 19 (1): 38–42.** У публікації розглядаються проблеми та результати застосування фітоіндикації для встановлення особливостей динамічних трансформаційних процесів у водно-болотних угіддях. Розкриваються класичні особливості зміни едафічних факторів під час саморозвитку та антропогенної трансформації водних й болотних екосистем Центрального Полісся. Проводиться порівняння між дією природної та антропогенної трансформації.

**Ключові слова:** природна й антропогенна трансформації, екосистеми, фітоіндикація.

**ФИТОИНДИКАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ТРАНСФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ ВОДНО-БОЛОТНЫХ УГОДИЙ. Хомяк И.В. — Заповідна справа в Україні. — 2013. — 19 (1): 38–42.** В публикации рассматриваются проблемы и результаты использования фитондикации для определения особенностей динамических процессов в водно-болотных угодьях. Раскрываются классические особенности изменения эдафических факторов при саморазвитии и антропогенной трансформации водных и болотных экосистем Центрального Полесья. Проводится сравнение между действиями природной и антропогенной трансформации.

**Ключевые слова:** природная и антропогенная трансформация, экосистемы, фитондикация.

У сфері охорони водно-болотних угідь вже давно відбувся перехід від рівня збереження видів до збереження екосистем. Екосистеми — це відкриті динамічні системи, тому під час їхнього дослідження чи експлуатації обов'язково слід враховувати не лише типологічні характеристики, а й динамічні явища. Стійкість та екологічна цінність біотопів напряду залежні від трансформаційних процесів, тому під час здійснення заходів щодо охорони водойм та боліт, обов'язковим є врахування їхнього динамічного стану.

Трансформації, які відбуваються в екосистемах, є різноманітними формами їхніх динамічних характеристик. Це можуть бути природні процеси (алогенні, автогенні сукцесії) або зміни викликані діяльністю людини (Миркин, Наумова, Соломеш, 2001). Визначення об'єктивних показників трансформаційних процесів до сьогодні залишалось важко вирішуваною задачею. Однак, більшість дослідників схильні вважати, що саме рослини та їхні угруповання будуть найкраще відображати стан природних екосистем, а фітоіндикація, в такому разі, стане найбільш досконалим методом дослідження. До недавнього часу, вдавалося з'ясувати динамічні характеристики фітоіндикаційним шляхом тільки для екосистем вищого рангу. Під час спроб аналізу нижчих рівнів метод не спрацьовував (Дідух, Плюта, 1994). Основною причиною невдач було обмежене застосування фітоіндикаційного методу.

Для характеристики груп екосистем раніше використовували співвідношення між систематичними, морфологічними чи екологічними типами рослин. Оскільки, під час цієї процедури не всі види були задіяні, то для окремих описів такий метод було неможливо застосовувати взагалі, насамперед, через відсутність у них окремих діагностичних ознак. Логічним виходом із ситуації було створення єдиної шкали динамічних змін, і визначення рівня трансформації за амплітудами присутності

видів на цій шкалі. Основою для побудови такого ряду, стало співвідношення у різних за динамічним станом групах фітомаси та часу її акумуляції, що відповідало зниженню рівня ентропії під час саморозвитку екотопів (Хом'як, 2012).

Ми провели дослідження, матеріалами якого були 234 геоботанічних описи з території Центрального Полісся, що зберігаються в Лабораторії екосистемологічного моніторингу стану довкілля Житомирського державного університету ім. Івана Франка, які було зроблено в період 2004–2012 рр. Параметри чинників навколишнього середовища, антропогенної та природної трансформації встановлювали на основі принципів запропонованих Я.П. Дідухом та П.Г. Плютою, поданих у балах за уніфікованою шкалою (Дідух, Хом'як, 2007; Дідух, Плюта, 1994; Екофлора, 2000). Для цього використовували базу даних EcoDBase5с та пакет програм Simagrl. Статистичну обробку даних проводили за допомогою програм Excel та Statistica 6 (Хом'як, Хом'як, 2012). Рослини угруповання класифікували за принципами Браун Бланке (Миркин, Наумова, Соломеш, 2001).

Із власних досліджень та опублікованих матеріалів інших авторів відомо, що під час саморозвитку водних екосистем (їхніх екотопів та угруповань живих організмів) простежуються дві основні лінії трансформації (Миркин, Наумова, Соломеш, 2001). Перша — це заростання водойм із відкладанням торфу, коли відбувається перехід від боліт із високою трофністю до оліготрофних. Друга — це швидке замулювання водойм із переходом до лучних, чагарникових чи лісових систем. У обох випадках спостерігається зниження вмісту води в едафотопі, що вказує на обернену кореляційну залежність між вологістю та ступенем природної трансформації (рис. 1). Коефіцієнт кореляції, у такому разі рівний 0,88 а достовірність апроксимації 0,77.

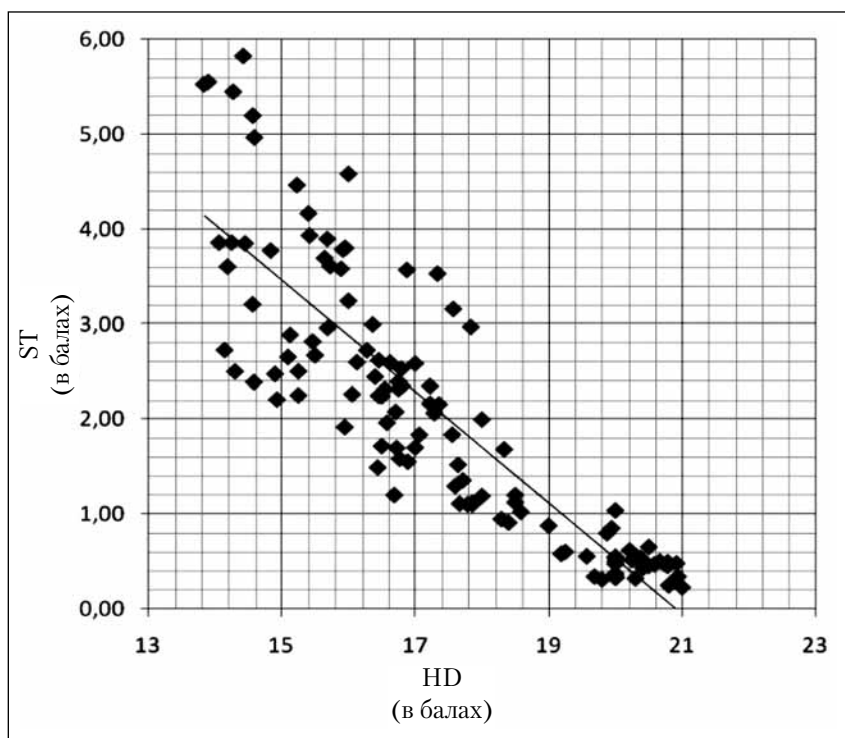


Рис. 1. Залежність між показниками вологості едафотопу (HD) та ступеня природної трансформації (ST)

Таким чином, першими стадіями розвитку водно-болотних угідь будуть позбавлені автотрофів водойми різного сольового режиму. Цей стан триватиме недовго, тому що навіть у водоймах із швидкою течією та бідним субстратом за кілька років формуються угруповання мікроперифітону. Оскільки, наші дослідження охоплювали лише екосистеми із угрупованням вищих судинних рослин та мохів, то інформації про ступінь трансформації водоростевих угруповань не маємо. Проте, можемо допускати, що за високими показниками вологості ( $HD \geq 21$  балів) рівень ступеню природної трансформації буде наближено вищим за 0,25 балів.

Серед досліджених нами водних екосистем на ранніх стадіях розвитку знаходяться водойми із різними показниками трюфності. Із них дистрофні та оліготрофні заселені угрупованнями родів *Sphagnum* та *Utricularia*. Показники ступеня природної трансформації у цих водоймах мають мінімальні значення — 0,24 бала.

Мезотрофні водойми зайняті угрупованнями печіночникових мохів, переважною більшістю угруповань класу *Potametea Klika in Klika et Novak 1941* та деякими угрупованнями класу *Lemnetea R.Tx 1955* (*Lemnetum trisulcae* Soó 1927, *Stratiotetum aloides* Miljan 1933, *Lemno-Salvinietum Migan et J.Tx 1960*, *Lemno-Utricularietum* Soó 1928, *Spirodelo-Aldrovandetum Borh. Et Koml. 1959*) (Дубина, 1996). Для цієї групи показники вологості коливаються від 21,0 до 19,9 балів, а природної трансформації — від 0,9 до 0,2 балів.

Евтрофні водойми (сольовий режим (SL) 9,1–8,7 балів) заселені переважно угрупованнями класу *Lemnetea* та асоціаціями *Trapetum natantis* Th.Müll. et Görs 1969, і *Batrachietum circinnati* Segal 1965. (клас *Potametea*). На відміну від мезотрофних водойм, рівень вологості

та динамічний показник тут нижчі (20,3–19,2 балів та 0,6–0,3 відповідно). Це обумовлено тим, що угруповання вільноплаваючих макрофітів можуть формуватися на будь якій стадії розвитку за умови відсутності значної течії, закритості від вітру і хвиль та наявності достатньої кількості біогенних елементів у воді. Прикріпленій рослинності необхідна наявність хоч частково сформованого підводного ґрунту, що дозволяє селитися переважно на більш пізніх стадіях розвитку. Також, умови необхідні для угруповань класу *Lemnetea*, частіше відповідають мілководдю, що знижує загальну частку води в едафотопі.

Наступними стадіями розвитку водойм є мокрі болота різного збагачення поживними речовинами. Мокрі евтрофні болота характеризуються вологістю 16,6–19,0 балів, що вказує на їх перехідний стан між водоймами та типовими болотами. Сольовий режим відповідає евтрофному стану екосистем — 8,5–7,0 балів. Динамічні показники мають досить широку амплітуду коливання від 0,9 до 1,8 бали, що є ілюстрацією складних трансформаційних процесів, які відбуваються у різноманітних екоотопах. Це можуть бути прибережні ділянки водойм, де показники трансформації будуть вищими та мілководдя, де вони значно нижчі. Такі екоотопи заселені різноманітними угрупованнями *Phragmiti-Magnocaricetea Klika in Klika et Novak 1941*.

Мокрі мезотрофні болота мають дещо нижчі показники вологості (16,1–17,2 бали), проте вищі показники природної трансформації (2,0–3,0 бали), що вказує на різні темпи саморозвитку боліт і водойм в залежності від умов середовища. Такі екосистеми є осоковими болотами із рослинністю союзу *Caricion lasiocarpae* Koch 1926 (за винятком асоціації *Sphagno-Phragmitetum* Passarge 1999).

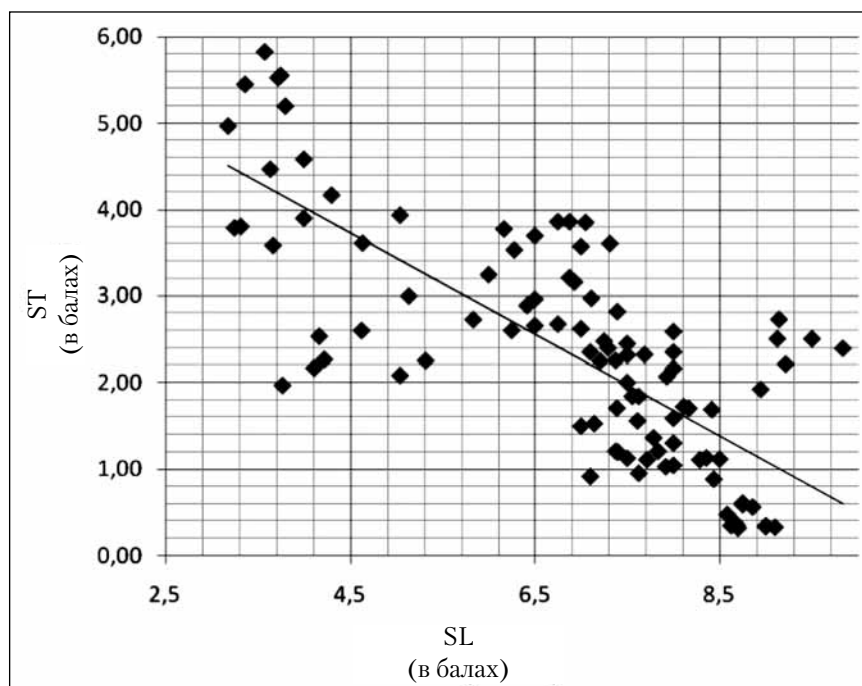


Рис. 2. Залежність показників сольового режиму (SL) та ступеня природної трансформації (ST)

Під час подальшого розвитку евтрофних боліт їхня синтаксономічна приналежність на однакових рівнях починає відрізнятися. Тут зустрічаються угруповання деяких асоціацій класів *Phragmiti-Magnocaricetea* та *Scheuchzerio-Caricetea nigrae R.Tx 1937*. Останні присутні за умови вологості едафотопу в межах 14,6–15,3 балів, при загальній для групи 14,6–18,0 балів. Від загальної групи відокремлюються екосистеми з автотрофним блоком у вигляді асоціації *Iridetum pseudacori Egger 1933*, для яких характерні відносно високі показники сольового режиму (7,7–8,0 балів) та *Phragmitetum australis Schmale 1939* (8,9–9,8 бали). Всі ці факти, разом із схожістю флористичного складу багатьох угруповань пояснюються наявністю переходу від евтрофних сирих боліт до сирих лук, чагарників чи лісів. Це відбувається за показників ступеня природної трансформації від 2,0 до 3,6 балів.

Мезотрофні сирі болота розвиваються за іншою моделлю. У них спостерігається накопичення торфу і поступове зниження трофності. У перехідній (екотонній) групі присутні деякі асоціації, що належать трьом класам болотної рослинності *Phragmiti-Magnocaricetea*, *Scheuchzerio-Caricetea*, *Oxycocco-Sphagnetea Br.-Bl et R.Tx 1943*. Це відбувається в гідрофітних (14,2–15,9 балів) мезотрофних (3,7–7,1) умовах за динамічних показників від 3,6 до 3,8 балів. Такий рівень трансформації за умови вищої трофності призвів би до утворення сирих суходільних екосистем, але блокування торфом доступу до родючого ґрунту перешкоджає їхньому утворенню. Це обумовлює подальший перехід до типових мезотрофних осокових боліт (в основному асоціації *Caricetum lasiocarpae Koch 1926* та *Caricetum nigrae Koch 1926*). Для них характерний ступінь природної трансформації 3,9 бали та показники вологості 14,1–15,4 бали.

Найвищі показники природної трансформації для болотної рослинності мають оліготрофні болота (ST 3,8–5,8 бали). Велика амплітуда цих показників обумовлена різними шляхами формування таких боліт. Вони можуть виникати з оліготрофних або дистрофних водойм, а також — з мезотрофних боліт. Вологість оліготрофних боліт коливається від 13,8 до 16,0 балів, сольовий режим від 3,2 до 4,3 балів. Рослинність представлена угрупованнями класу *Oxycocco-Sphagnetea*.

Вищенаведені приклади вказують на можливість зниження трофності під час природного саморозвитку водно-болотних угідь. Це підтверджується графічним аналізом. Спостерігається обернена лінійна залежність між показниками ступеня природної трансформації та сольового режиму (рис. 2). Коефіцієнт кореляції такої взаємозалежності складає 0,74, достовірність апроксимації –0,55.

Крім природних трансформаційних процесів, неабияке значення мають антропогенні чинники (Хом'як, Бурлака, Мустіпака, 2012). Визначити їх показники для водних і болотних екосистем непросто. Адже, у той час як на суходолі діяльність людини майже завжди зміщує динамічну рівновагу в бік піонерних утворень, то для водно-болотних угідь цей процес є багатовекторним (Хом'як, Якименко, 2012). Він може включати в себе процеси евтрофікації за рахунок викидів біогенних елементів до навколишнього середовища, оліготрофізації під час поглиблення водойм, вплив на рівень зволоження (іригація), часткове або масове знищення флори і фауни тощо.

Для визначення відмінностей між природною та антропогенною трансформаціями ми застосували метод непрямой ординації з основними показниками, що характеризують водні й болотні екосистеми. Між показниками антропогенної трансформації та сольового

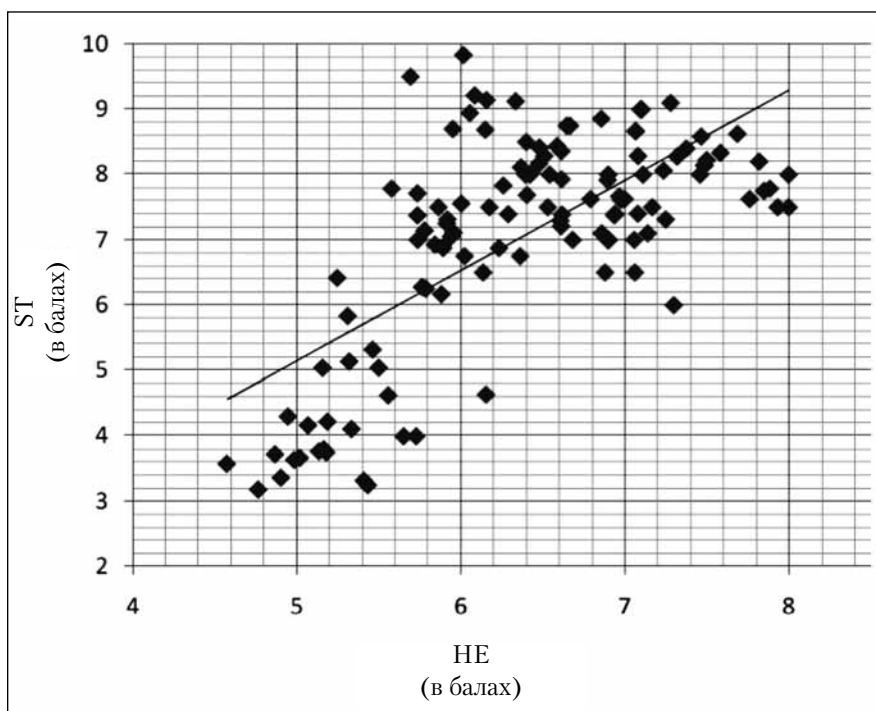


Рис. 3. Залежність показників сольового режиму (SL) та ступеню антропогенної трансформації (HE)

режиму спостерігається пряма лінійна залежність з коефіцієнтом кореляції 0,69 та достовірності апроксимації 0,47 (рис. 3).

Це означає, що основним антропогенним впливом є забруднення водойм біогенними елементами. Пряма залежність між вологістю та антропогенним тиском із кореляцією 0,75 та достовірністю апроксимації 0,56

вказує на вище забруднення водойм ніж боліт (рис. 4). Об'єднавши обидва факти, можемо зробити висновки, що антропогенний вплив суттєвіше проявляється в евтрофних водоймах і слабкіше в оліготрофних болотах.

Ординація показників антропогенної та природної трансформації вказує на обернену залежність з коефіцієнтом кореляції 0,76 та достовірністю апроксимації

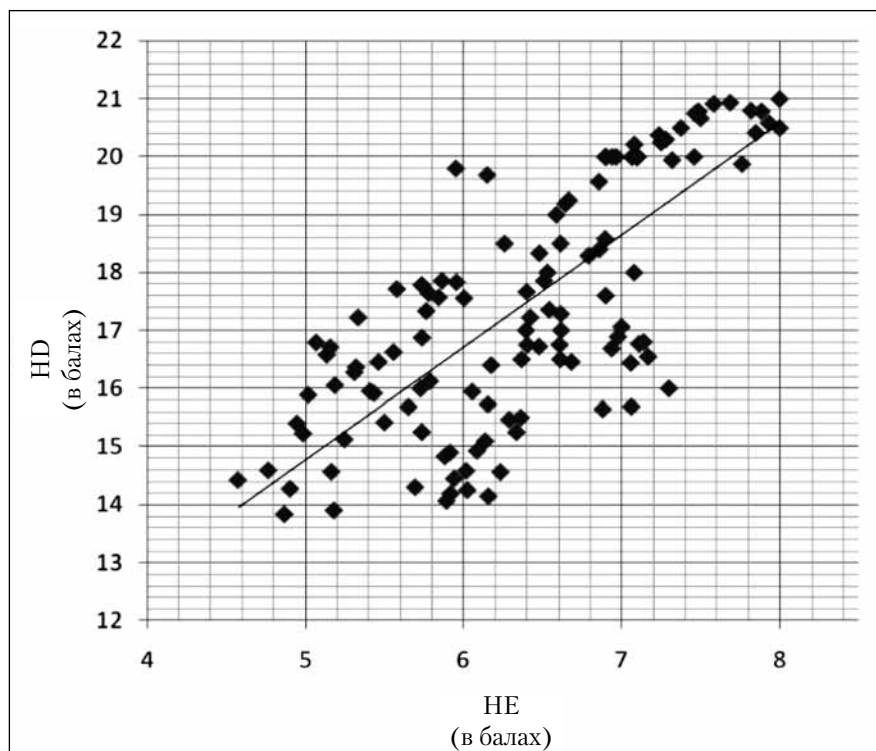


Рис. 4. Залежність показників вологості едафотопу (HD) та ступеню антропогенної трансформації (HE)

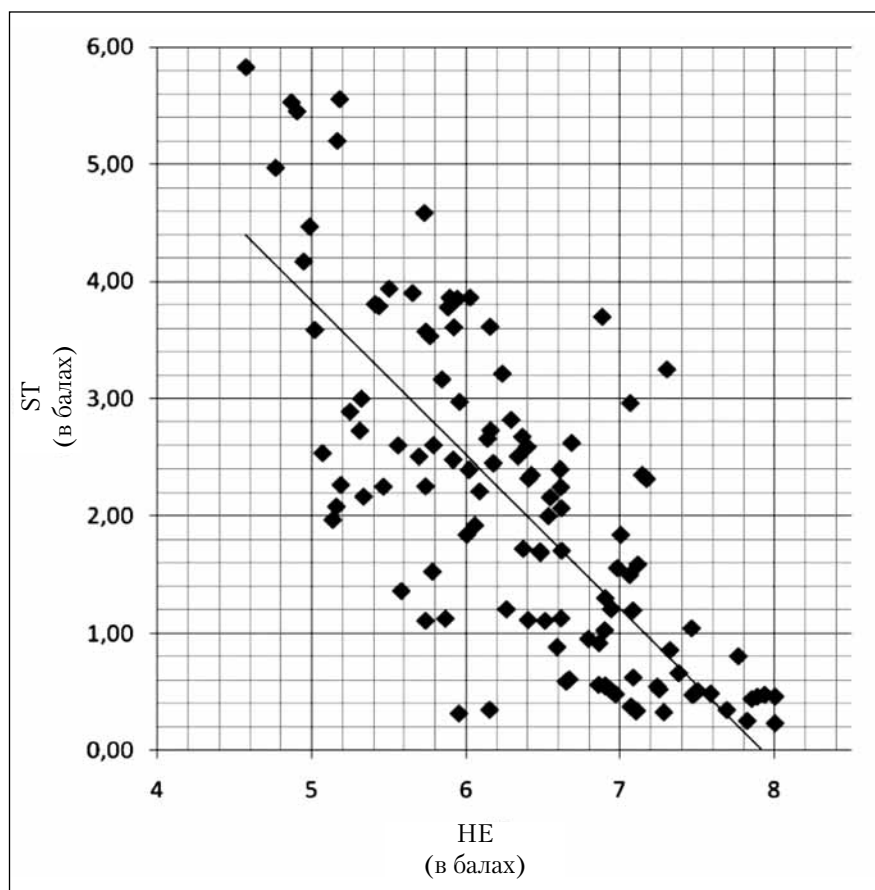


Рис. 5. Залежність показників ступеня природної (ST) та антропогенної трансформації (NE)

0,58 (рис. 5). Отже для водних та болотних екосистем подібно екосистемам суходолу антропогенна трансформація в цілому зміщує динамічну рівновагу до первинного стану.

### Висновки

Результати проведеного аналізу підтверджують ефективність застосування фітоіндикаційного методу для визначення якості і напрямку трансформаційних процесів. Під час природного трансформаційного процесу відбувається зниження рівня вологості едафотопу. Сольовий режим евтрофних водойм і боліт під час їх трансформації залишається незмінним і вони перетворюються на сирі луки, чагарники чи ліси. Трофічність мезотрофних водойм і боліт знижується за рахунок накопичення торфу. Їх розвиток приводить до утворення оліготрофних боліт. Антропогенна трансформація є процесом протилежним природному саморозвитку. Їй більше піддаються евтрофні водойми, менше — оліготрофні болота.

### Література

- Дідух Я.П., Хомяк І.В. Оцінка енергетичного потенціалу екотопів залежно від ступеня їх гоморобії на прикладі Словчансько-Овруцького кряжу // Укр. ботан. журн. — 2007. — Т. 64, №1. — С. 62–77.
- Дідух. Я.П., Плюта П.Г. Фітоіндикація екологічних факторів. — К., 1994. — 280 с.
- Дубина Д.В. Класифікація вищої водної рослинності України: стан та перспективи // Укр. фітоцен. збірник. — Сер. А, вип. 3. — К., 1996. — С. 6–14.
- Екофлора України // Під ред. Я.П. Дідух. — Т. 1. — К.: Фітосоціоцентр, 2000. — 283 с.
- Миркин Б.М., Наумова Л.Г., Соломець А.И. Современная наука о растительности. — М.: Логос, 2001. — С. 99–106.
- Хомяк І.В. Бурлака В.А, Мустіпака Т.П. Фітоіндикаційна характеристика ступеня антропогенної трансформації екосистем // Вісник ЖНАЕУ — 2012. — Т. 2 (33). — С. 16–20.
- Хомяк І.В. Фітоіндикаційний аналіз ступеня трансформації екосистем Центрального Полісся // Питання біоіндикації та екології. — 2012. — Вип. 17, №1. — С. 3–11.
- Хомяк І.В., Хомяк Д.І., Нова програма екосистемо логічного моніторингу «SIMARGL» // Сучасні проблеми екології та геотехнологій. — Житомир: Вид-во ЖДТУ, 2012. — С. 76.
- Хомяк І.В., Якименко Т. Фітоіндикаційна характеристика антропогенної трансформації водно-болотних угідь Центрального Полісся // Сучасні проблеми екології та геотехнологій. — Житомир: Вид-во ЖДТУ, 2012. — С. 78.