

ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ГЕНЕЗИСУ ФОРМУВАННЯ СТРУКТУРИ СПЕЦІАЛІЗОВАНОЇ МЕЗОЕКОСИСТЕМИ НА АНТРОПОГЕННИХ АГРОЛАНДШАФТАХ

Наведено екологічну оцінку формування структури спеціалізованих мезоекосистем захисного типу на природно-антропогенних ландшафтах (ПАЛ). Еколого-біологічною основою таких мезоекосистем є захисні лісові насадження протиерозійного типу, структура яких спрямована на формування фітоценозів. Показано, що внаслідок взаємодії різних факторів відбувається формування спеціалізованої мезоекосистеми (СМЕ). Шляхом використання екосистемного підходу в екологічній оцінці ролі СМЕ на антропогенно змінених ландшафтах були встановлені закономірності її розвитку та стану в умовах техногенного навантаження, запропоновано шляхи оптимізації інженерно-захисної фітомеліорації на агроландшафтах.

Ключові слова: спеціалізована мезоекосистема захисного типу, природно-антропогенний ландшафт, захисні лісові насадження, фітоценоз, інженерно-захисна фітомеліорація.

Інтенсивний вплив техногенних факторів [1, 2] на наземні екосистеми призвів до появи природно-антропогенних ландшафтів (ПАЛ), які характеризуються низькою екологічною ємністю. Однією із форм відновлення антропогенно змінених ландшафтів є створення на їх території спеціалізованих мезоекосистем захисного типу, основою яких є захисні лісові насадження (ЗЛН). Такі спеціалізовані мезоекосистеми (СМЕ) характеризуються насиченим біоценозом, де в процесі впливу антропогенних факторів відбуваються супутні зміни біота екосистем. В першу чергу, існуючі взаємозв'язки між біотичними, абіотичними та антропогенними факторами і взаємопристосованість створюють умови для реалізації кругообігу речовин. Аналіз даних доступної науково-технічної літератури показує, що в такому напрямку дослідження щодо екологостабілізуючої ролі ЗЛН відсутні. Тобто якісні біолого-екологічні показники деревостанів та частка залишкових концентрацій в геологічному середовищі хлорорганічних

пестицидів, токсичних металів, нітратів зостаються поза увагою. Лише при застосуванні екосистемного підходу, в разі необхідності, стає можливим оцінити здатність природного середовища до самовідновлення за допомогою сучасних інженерно-екологічних параметрів і показників (ІЕПП). ІЕПП дозволяють спрогнозувати стан СМЕ та звести до мінімуму ефект зовнішнього впливу на біо- та мезоекосистеми. В наш час, як правило, природоохоронна функція ЗЛН відповідно до нормативних документів спрямована на протидію геофізичним потокам [3-7], але при цьому інженерно-лісозахисні конструкції (ІЛЗК) виконують й інші екологічні функції. З метою оптимізації експлуатації ІЛЗК нами запропоновано, крім інженерно-фітомеліоративного аспекту дії ЗЛН по відношенню до антропогенних ландшафтів, врахувати інженерно-екологічні параметри і показники, які притаманні для спеціалізованих мезоекосистем захисного типу (рис. 1, 2). Визнання екосистемного підходу дозволить розширити межі контролю за ІЕПП, що забезпечить покращення природоохоронної діяльності в агролісництві та сприятиме збереженню природної основи антропогенних ландшафтів.

Об'єктом дослідження стало Богуславське агролісництво Київської області. Програма досліджень включала такі етапи:

- 1) екологічна оцінка стану агролісництва [8];
- 2) обґрунтування екологічної ролі СМЕ — показати роль еколого-біологічних функцій деревостанів на агроландшафтах; визначити коефіцієнти ступеня хімічного забруднення геологічного середовища; охарактеризувати взаємозв'язки та взаємоприспосованість складових СМЕ та їх значення для досягнення екологічно безпечного розвитку природно-антропогенних ландшафтів;
- 3) здійснення екологічного моніторингу еколого-біологічного стану деревостанів — поглинання CO_2 , продукування кисню, затримання пилу та сажі (1990-2010 рр.); розробка комплексних ІЕПП стану СМЕ (наприклад, індексу екологічної відповідності функцій ЗЛН природному стану агроландшафтів) [8, 9, 10];
- 4) використання вихідних даних екологічного моніторингу геологічного середовища за 1990-2010 рр. (Центральна геофізична лабораторія м. Києва) стосовно вмісту в ґрунтах токсичних металів, хлорорганічних пестицидів, нітратів, гумусу — для визначення ха-

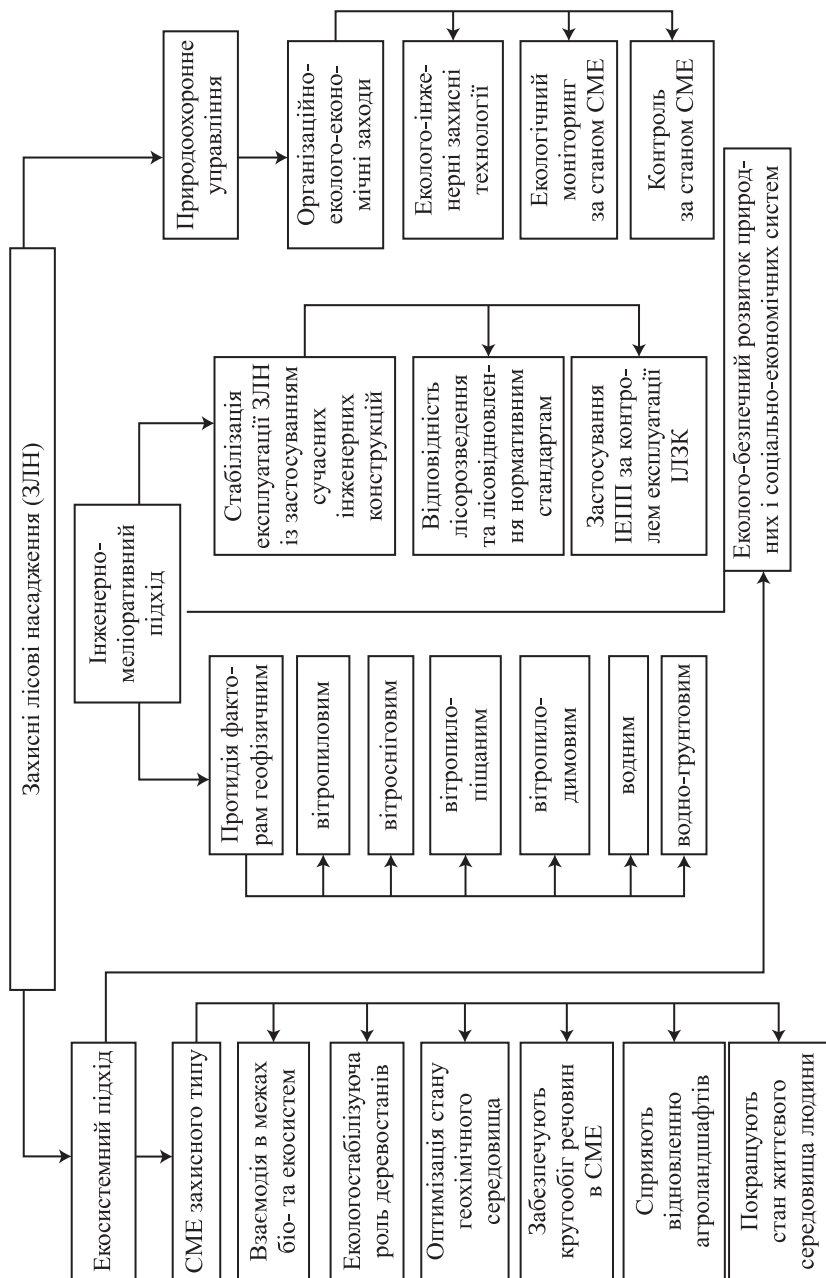


Рис. 1. Інженерно-екологічні підходи до відновлення природно-антропогенних ландшафтів

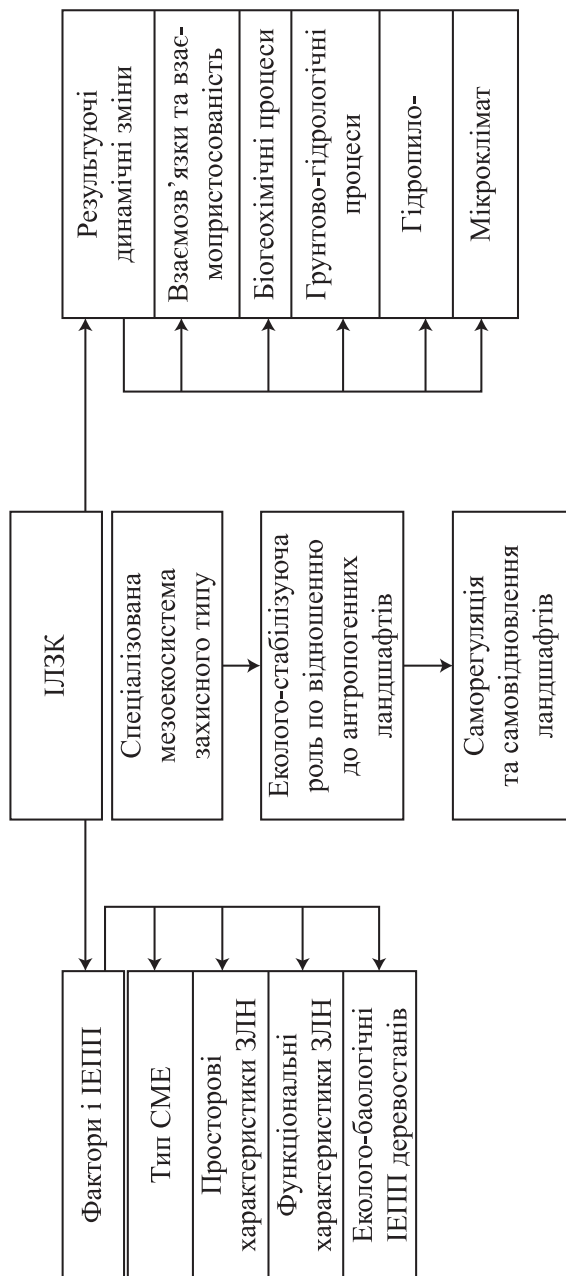


Рис. 2. Імітаційна модель СМЕ захисного типу

рактеру функціональних змін у геохімічному середовищі та класів небезпеки (матеріали готуються до видання);

5) розробка сучасних комплексних оцінюючих параметрів, показників, індексів розвитку та функціонування СМЕ захисного типу [8, 9, 10];

6) заходи щодо оптимізації експлуатації ІЛЗК (акт впровадження в агролісництві).

Спеціалізовану мезоекосистему захисного типу складають ненасичені фітоценози, утворені різними видами рослин, але основою їх виступають деревні насадження захисного типу, які є едіфікаторами у стані асоціювання із супутніми видами рослин. Тому за ступенем структурної та ценотичної організації ЗЛН належать до поліасоціативних фітоценозів [11]; відбувається розвиток тісної взаємодії між біотичними, абіотичними та антропогенними факторами, що забезпечує необхідні умови існування різноманітних живих організмів. Структура СМЕ в її межах включає такі підсистеми: «живі організми — геологічне середовище» (кругообіг речовин, де важливу роль відіграє лісова підстилка, яка має значну пружність і водопроникність, здатність протидіяти деяким геофізичним факторам тощо), «фітоценоз — атмосферне повітря» (поглинання із атмосфери води та повернення водяних парів у результаті транспірації назад в атмосферу; забезпечення фотосинтетичної здатності деревостанів; кругообіг речовин; затримання пилу та сажі тощо). Ці взаємозв'язки тісно пов'язані зі структурою СМЕ і тому при зміні формулювання СМЕ може відбутися виключення будь-якої складової системи, що призведе до втрати ценотичної потужності ЗЛН як фактора стабілізації негативного впливу на довкілля в цілому.

Відомо, що рослини у фітоценозі ЗЛН диференціюються за своєю вимогливістю до певного екологічного фактора. У нашому випадку було приділено увагу вертикальній диференціації щодо ІЛЗК. Цей вид розподілення охоплює дві стадії розвитку фітоценозів: повітряну (ярусність наземних частин насаджень) та підземну (вертикальне розподілення — розміщення кореневих систем). Саме цей факт став вирішальним у процесі розробки заходів оптимізації експлуатації ІЛЗК, оскільки ігнорування певного факту диференціації фітоценозів ЗЛН може викликати не тільки погіршення їх протидії геофізичним факторам, але й викликати небажані антропогенні зміни на суміжних

територіях. Тому екосистемний підхід до розвитку і функціонування ЗЛН обумовив встановлення наукових закономірностей змін еколого-біологічних властивостей деревостанів [14, 15]. У розрахунках брали до уваги такі показники: площа ЗЛН; сукупні обсяги поглинання CO_2 , продукування кисню, затримання пилу та сажі; середній розмір лісокористування на 1 га вкритих лісами територій агролісництва; індекс екологічної відповідності функціональних властивостей ЗЛН природному стану агроландшафтів; групи деревостанів (твердолистяні, м'яколистяні, хвойні, змішані), природне відновлення. Отримано позитивні результати [15]:

- розрахунковий обсяг поглинання CO_2 деревостанами такий: твердолистяні — 18 231 м³/га, м'яколистяні — 19 635 м³/га, хвойні — 21 154 м³/га, змішані — 14 024 м³/га;
- розрахунковий обсяг продукування деревостанами кисню: твердолистяні — 18 194 м³/га, м'яколистяні — 19 594 м³/га, хвойні — 21 110 м³/га, змішані — 13 995 м³/га;
- розрахунковий обсяг затримання деревостанами пилу та сажі: твердолистяні — 19 489 м³/га, м'яколистяні — 17 012 м³/га, хвойні — 21 333 м³/га, змішані — 18 488 м³/га.

Коефіцієнт кореляції взаємного впливу цих факторів дорівнює $\approx 0,8$; це дає змогу констатувати, що взаємозалежність між досліджуваними факторами може описуватись лінійною функцією:

$$Z = \sum_{i=3}^n y \cdot x_i,$$

де Z — коефіцієнт, що характеризує екологостабілізуючу роль деревостанів на агроландшафтах; x_i — сума сукупних розрахункових обсягів поглинання CO_2 , продукування кисню, затримання пилу та сажі; y — індекс екологічної відповідності функціональних можливостей ЗЛН природному стану агроландшафтів ($0 > 0,9 > 1$); i — кількість досліджуваних показників [3].

Таким чином, рівень техногенного впливу на ПАЛ можна вважати характеристикою антропогенного ландшафту і показником його потенційно можливої екологічної небезпеки для СМЕ.

Аналіз отриманих результатів [7-10] дозволяє констатувати, що екологічно-біологічні властивості деревостанів не порушені ($y = 0,84$). У подальшому була зроблена апроксимація взаємозалежності

між екологічними властивостями та станом ПАЛ з урахуванням динамічних змін за період 1990-2010 рр., які досліджували також за умов функціональних лінійних залежностей. Для розрахунків використано табличний процесор Microsoft Excel. Визначено, що за цей період обсяги поглинання CO_2 зросли в середньому на 17%, обсяги продукування кисню зросли в середньому на 18,6%, обсяги затримання пилу та сажі зросли на 11%.

Екологічна оцінка стану деревостанів характеризується високою екологостабілізуючою здатністю за рахунок задовільного процесу лісорозведення і лісовідновлення. Підтвердженням можуть слугувати розрахунки залежності взаємодії біолого-екологічних функцій деревостанів та агроландшафту:

$$Z_1 = \sum_{i=1}^n yx_i \cdot \left(\frac{K_{\min} + K_{\text{opt}} + K_{\max}}{K_{\max} - K_{\min}} \right),$$

де $\sum_{i=1}^n yx_i$ — лінійна функціональна залежність взаємодії біолого-екологічних функцій деревостанів з агроландшафтами; K_{opt} , K_{\max} , K_{\min} — коефіцієнти ефективності реалізації протиерозійних заходів ($0,1 < 0,31 < 1$), у нашому випадку $K_{\text{opt}} = 0,4$. При потенційно можливих змінах коефіцієнта можна отримати такі залежності: якщо 0,1, то $K_{\text{opt}} > K_{\max}$; якщо 1, то $K_{\text{opt}} \leq 1$. Тобто ЗЛН повністю виконують свої захисні функції (зміни гумусу за 20-річний період знаходяться в межах норми). Коефіцієнт ефективності реалізації протиерозійних заходів дорівнює 0,3-0,4 [8, 16].

Екологічний стан СМЕ захисного типу залежить від рівня забрудненості природного середовища екотоксикантами. Адже ґрунти визначають склад, стійкість, продуктивність та здатність до відновлення агроландшафтів, на яких знаходиться ЗЛН. На екологічний стан ґрунтів впливають:

- наявність у ґрунтах поліютантів у концентраціях з перевищенням ГДК;
- фізико-хімічні особливості структури поліютантів;
- токсичність поліютантів та здатність їх до міграції, трансформації, накопичення, час їх перебування в ґрунтах тощо;
- фактор зволоження ґрунтів;
- дія біотичних факторів по відношенню до екотоксикантів.

Стосовно стану геохімічного середовища щодо впливу екотоксикантів можна констатувати таке:

1) щодо токсичних металів — більшість визначених токсичних металів нерухомі або малорухомі, що унеможлиблює їх надходження до деревостанів; вміст токсичних металів характеризується мінімальним та допустимим рівнем забруднення (протягом 20-річних досліджень); на основі вмісту токсичних металів у ґрунтах побудовано кумулятивний ряд їх обміну — $Zn > Pb > Ni > Cu > Cd$;

2) щодо хлорорганічних пестицидів — залишкова концентрація пестицидів у ґрунтах перебуває нижче ГДК; за весь період досліджень перевищення ГДК не спостерігались;

3) щодо нітратів — у більшості випадків залишковий вміст нітратів перебуває на рівні або нижче ГДК (упродовж 20 років лише двічі були отримані негативні результати).

Щодо інших характеристик:

- зменшення гумусового шару ґрунтів не відбувається;
- ЗЛН сприяють зменшенню площі еродованих земель.

Відповідно до місця знаходження агролісництва відбувається розповсюдження екотоксикантів у ґрунтах за типом просторово-часових змін, враховуючи дані екологічного моніторингу за 20-річний період. Тому фізичний аспект екологічної безпеки описується послідовною сумациєю часу переходу системи від початкового рівноважного стану до граничного [16]:

$$t_{zp} = \sum_{i=1}^n t_e(q_i) = t_e(q_1) + t_e(q_2) + t_e(q_3) + \dots + t_e(q_n),$$

де q_1, q_2, q_3, q_n — локальні антропогенні зміни [8]; t_e — часові показники забруднення від початкового рівноважного до граничного.

Завдяки такому розповсюдженню забруднювачів у ґрунтах відбувається самовідновлення ландшафту (за рахунок появи зон з концентрацією забруднювачів нижче ГДК) відповідно до природоохоронного принципу Ле-Шательє – Брауна [8].

Таким чином, на території ЗЛН внаслідок взаємодії та взаємоприспосованості біотичних, абіотичних та антропогенних факторів (концепція функціонування екосистем) відбувається утворення спеціалізованої мезоекосистеми із ненасиченим біоценозом, внаслідок

чого завдяки взаємообумовленим взаємозв'язкам і взаємоприспосованості окремих складових системи створюються екологостабілізуючі умови по відношенню до ПАЛ.

1. Удод В. М. Техноекологія /В. М. Удод, В. В. Трофімович, О. С. Волошкіна, О. М. Трофімчук. — К.: РВВ КНУБА МОНМС України та ІТіГП НАН України, 2007. — 276 с.
2. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні в 2010 р. — К.: Центр екологічної освіти та інформації, 2011. — 254 с.
3. Гладун Г. Б. Захисні лісові насадження: проектування, вирощування, впорядкування /Гладун Г. Б., Трофименко М. Є., Лохматов М. А. — Х.: Нове слово, 2005. — 390 с.
4. Гладун Г. Б. Значення захисних лісових насаджень для забезпечення сталого розвитку агроландшафтів /Г. Б. Гладун //Науковий вісник. — 2005. — Вип. 15, № 7. — С. 113-118.
5. Юхновський В. Ю. Лісоаграрні ландшафти рівнинної України : оптимізація, нормативи, екологічні аспекти / В. Ю. Юхновський. — К.: Ін-т аграрної економіки УААН, 2003. — 273 с.
6. Кучерявий В. А. Урбоекологія /В. А. Кучерявий. — Львів: Світ, 1999. — 359 с.
7. Пилипенко О. І. Лісові меліорації /О. І. Пилипенко, В. Ю. Юхновський, С. М. Дударець, В. М. Малюча. — К.: Аграрна освіта, 2010. — 283 с.
8. Абу Діб С. М. Екологічна оцінка стану лісових (захисних) екосистем Богуславського агролісництва Київської області /С. М. Абу Діб // Екологічна безпека і природокористування. — К., 2010. — № 7. — С. 176-180.
9. Удод В. М. Роль захисних лісових насаджень в екологічній стабілізації стану агроландшафтів /В. М. Удод, С. М. Абу Діб //Екологічна безпека і природокористування. — К., 2011. — Вип. 8. — С. 119-130.
10. Удод В. М. Структурно-функціональна оптимізація агролісомеліоративних еколого-економічних систем /В. М. Удод, С. М. Абу Діб //Екологічна безпека і природокористування. — К., 2012. — Вип. 9. — С. 105-108.
11. Григора І. М. Основи фітоценології /І. М. Григора, В. А. Соломака. — К.: Фітосоціоцентр, 2000. — С. 47-60.
12. Корсак К. В. Основи екології /К. В. Корсак, О. В. Пахотнік. — К.: МАУП, 2000. — 238 с.

13. Джигерей В. С. Основы екології та охорони навколишнього природного середовища /В. С. Джигерей, С. М. Джигерей, В. М. Сторожук. — Львів: Афіша, 2000. — 272 с.
14. Исаев А. С. Экологические проблемы поглощения углекислого газа посредством лесовосстановления и лесоразведения в России /А. И. Исаев, Г. Н. Коровин, В. И. Сухук, С. П. Титов и др. — М.: Центр экологической политики России, 1995. — 156 с.
15. Дворяшина Н. С. Лісові ресурси Західного регіону України, їхній стан та перспективи використання /Н. С. Дворяшина. — К.: Рада по вивченню продуктивних сил України НАН України, 2005. — 114 с.
16. Удод В. М. Екологічна характеристика природно-техногенних ландшафтів Богуславського агролісництва /В. М. Удод, С. М. Абу Діб //Вісник Кременчуцького національного університету ім. Михайла Остроградського. — Кременчук: КрНУ, 2012. — С. 102-106.

Удод В. М., Абу Диб С. Н. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ГЕНЕЗИСА ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ МЕЗОЭКОСИСТЕМЫ НА АНТРОПОГЕННЫХ АГРОЛАНДШАФТАХ

Дана екологічна оцінка формування структури спеціалізованих мезоекосистем захисного типу на природно-антропогенних ландшафтах (ПАЛ). Еколого-біологічної основою таких мезоекосистем являються захисні лісні насадження протиерозійного типу, структура яких направлена на формування фітоценозів. Показано, що в результаті взаємодії різних факторів відбувається формування спеціалізованої мезоекосистеми (СМЭ). З застосуванням екосистемного підходу в екологічній оцінці ролі СМЭ на антропогенно змінених ландшафтах були встановлені закономірності її розвитку і стану в умовах техногенної навантаження, запропоновані шляхи оптимізації інженерно-захисної фітомеліорації на агроландшафтах.

Ключевые слова: спеціалізована мезоекосистема захисного типу, природно-антропогенний ландшафт, захисні лісні насадження, фітоценоз, інженерно-захисна фітомеліорація.

Udod V. M., Abu Deeb S. N. ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF FORMING GENESIS STRUCTURE OF THE SPECIALIZED MEZOEKOSISTEM on anthropogenic AGROLANDSCAPES

Was given environmental assessment of structure formation of specialized protective mezeokosystems on natural and anthropogenic landscapes (NAL).

Ecological and biological basis of this mezoekosystems are protective forest plantations such as anti-erosion, which structure is aimed at forming plant communities. It is shown that the interactions of various factors case forming specialized mezoekosystems (SME). As the result of using ecosystem approaches to environmental assessment of the role SME in anthropogenic modified landscapes were established scientific principles of its development and the state under conditions of anthropogenic impact and ways to optimize engineering and protective phytomelioration on agricultural landscapes.

Keywords: *specialized mezoekosystems of protective type, nature and anthropogenic landscape, protective forest plantations, phytocenosis, engineering and protective phytomelioration.*