

бассейна и эффективное водорегулирование в средней и нижней частях. Доминирующими заповедными территориями и объектами в этом случае есть гидрологические (истоки рек, их приток, водные источники, водно-болотная растительность). По мере врезания речки ее берега становятся крутыми и в этом случае необходимо создавать заказники, заповедные урочища для сохранения растительных сообществ склоновых местностей. В нашем примере на р. Джуриин в нижней части бассейна есть богатые природные рекреационные ресурсы, что дало возможной в этой части территории бассейна создать региональный ландшафтный и национальный природные парки. Таким образом, в нижней части бассейна доминирует рекреационное природопользование.

Проведенные полевые исследования бассейна р. Джуриин, левой притоки Днестра, послужили основой для разработки проекта системы перспективных природоохранных территорий, которые с уже существующими позволяют довести уровень заповедности бассейна до 14,7% при среднеобластном показателе – 8,9%. На предложенной картосхеме и фотоматериалах можно убедиться в необходимости создания бассейновой сети заповедных территорий. Учитывая роль природной растительности и заповедных территорий в организации локальных экосетей, такой подход создает предпосылки комплексного анализа природопользования, его оптимизацию и создание природосохраняющей системы взаимодействия общества и природы на локальном уровне. Это дает возможность увеличивать долю природоподдерживающих форм хозяйствования, что служит верным направлением к устойчивому развитию территории.

Ключевые слова: бассейновый подход, целостная сеть ПЗФ, функциональные параметры, природоохранная роль.

Abstract:

L. Tsaryk, P. Tsaryk ABOUT THE USE OF THE BASIN APPROACH FOR FORMING AN EFFECTIVE SYSTEM OF NATURE USE AND NATURE PROTECTION.

The possibility of using the basin approach to the formation of an integrated environmental protection system in the river basin is considered. First, its functional unity, territorial certainty served as the basis for the development on the basin basis of an optimization model of nature and land use. Examples of dissertational works using this approach for analyzing the ecological state, transformational changes in geocological processes, land use of small river basins are given. The organization of nature conservation areas is very closely linked to the system of land and nature management. For the river basin, a very important condition is the water accumulation in the upper part of the basin and effective water regulation in the middle and lower parts. The dominant protected areas and objects in this case are hydrological (sources of rivers, their inflow, water sources and wetland vegetation). As the river cuts in, its banks become steep and in this case it is necessary to create reserved tracts for the conservation of plant communities in sloping areas. In our example on the river Dzhurin in the lower part of the basin has rich natural recreational resources, which made it possible in this part of the basin to create a regional landscape and national nature parks. Thus, in the lower part of the basin the recreational nature management is dominant.

Conducted field studies of the basin of the river Dzhurin, the left tributaries of the Dniester, served as the basis for the development of a draft system of prospective conservation areas, which, with the existing ones, will allow increasing the level of the basin's reserve to 14.7% with the average oblast indicator of 8.9%. On the proposed map and photographic materials, one can be sure of the need to create a basin network of protected areas. Given the role of natural vegetation and protected areas in the organization of local eco-networks, this approach creates the prerequisites for a comprehensive analysis of nature management, its optimization and creation of a nature conservation system for interaction between society and nature at the local level. This makes it possible to increase the share of nature-sustaining forms of management, which serves as the right direction for sustainable development of the territory.

Key words: basin approach, integrated PZF network, functional parameters, nature protection role.

Надійшла 18.05.2018р.

УДК 911.2+ 519.23

Анатолій СМАЛІЙЧУК

ДИНАМІКА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСТКОГО ЗЕМЛЕКОРИСТУВАННЯ ЗАХІДНОГО РЕГІОНУ УКРАЇНИ: ПРОСТОРОВА СТРУКТУРА ТА ЧИННИКИ

У публікації висвітлені результати аналізу процесів занедбання та рекультивуації в межах сільськогосподарських (с/г) земель західних областей України, виявлені за результатами класифікації супутникових знімків. Оцінки процесів змін у землекористуванні засвідчили, що площа занедбаних с/г земель у межах території дослідження у період з 2007 по 2012 р. становила понад 200 тис га, в той час як процес рекультивуації виведених із вжитку земель рівнинної частини західної України охопив близько 70 тис га. Для аналізу чинників змін у землекористуванні використано метод машинного навчання у вигляді підсиленних регресійних дерев, який є різновидом дерева рішень. Побудовані статистичні моделі дозволили вперше дослідити зв'язки чинників та двох протилежних процесів змін у землекористуванні та засвідчили значну відмінність у чинниках, які впливають на їхній розвиток.

Ключові слова: рекультивуація с/г земель, занедбання с/г земель, метод підсиленних регресійних дерев, поляризація землекористування, просторові чинники.

Постановка проблеми. Сільське господарство забезпечує людство ресурсами для виробництва продуктів харчування, натуральних тканин і біопалива та, водночас, зумовлює значні втрати екосистемних послуг та біорізноманіття у світі. У різних країнах сільськогосподарське землекористування часто демонструє протилежні тенденції розвитку. Наприклад, в багатьох тропічних регіонах світу досі триває розширення сільськогосподарських (с/г) угідь за рахунок перетворення природних ландшафтів на плантації культурних рослин [21]. Натомість припинення обробітку с/г земель стало основним трендом змін у землекористуванні помірної зони Західної Європи [20]. У нашому дослідженні ми розглядаємо два протилежних процеси у сільськогосподарському землекористуванні, а саме: рекультивуацію с/г угідь (англ. – *agricultural recultivation*), а також їх занедбання (англ. – *agricultural abandonment*) шляхом виведення земель з обробітку. Поєднання вказаних процесів у просторі та часі означимо як поляризацію землекористування (англ. – *polarization of land use*), яке у нашому випадку стосуватиметься лише с/г угідь.

Занедбання с/г земель часто трапляється на найбільш маргінальних для виробництва агропродукції землях, натомість розширення с/г угідь притаманне для родючих ґрунтів і добре доступних регіонів, які забезпечують кращу прибутковість [26]. Поштовхом для занедбання земель можуть бути не тільки міграції населення з сільських до міських територій, а й переміщення центрів сільськогосподарського виробництва за кордон. Водночас, на занедбаних с/г землях з'являються можливості для відновлення екосистемних функцій, таких як утримання вуглецю, покращення якості ґрунтів а також відновлення природнього біорізноманіття [6].

Занедбання сільськогосподарських земель особливо яскраво проявилось у країнах Центральної і Східної Європи, в тому числі на теренах колишнього Радянського Союзу, після падіння там комуністичних режимів [11, 19, 22]. Перехід від планової до ринкової економіки супроводжувався значним скороченням урядових дотацій для підтримки аграрного сектору, лібералізацією цін, розривом попередніх виробничих зв'язків, а також зростанням глобальної конкуренції за сільськогосподарські ринки. Окрім цього, сільські території були основними осередками депопуляції та старіння населення. Загалом у трьох східноєвропейських країнах (Україна, Білорусь, Російська Федерація) площа сільськогосподарських

земель, які були виведені з використання оцінюється у 50 мільйонів гектарів [5]. Крім того численні дослідження були проведені щодо просторових чинників, які визначають величину та поширення занедбаних с/г земель у різних країнах регіону [23-25].

Процес рекультивації сільськогосподарських земель є відносно новим і малодослідженим. В умовах зростання світових потреб на сільськогосподарську продукцію та нестачі вільних земель, рекультивація колишніх с/г земель, які не використовуються є економічно обґрунтованою та завдає менше шкоди довкіллю, порівняно з розширенням угідь за рахунок знищення природних екосистем. У регіоні Центральної та Східної Європи процес рекультивації почався у 2000-х роках [11, 18, 27], в першу чергу у зв'язку зі зростанням світових ціни на сільськогосподарську продукцію, а також проведенням земельної реформи у цих країнах [12]. Іншим чинником рекультивації земель можуть бути законодавчі зміни, наприклад відкриття ринку землі або запровадженням дотацій на вирощування певних с/г культур. Рекультивація сільськогосподарських земель стала також домінуючим напрямком змін у землекористуванні в Україні у період після 2007 р., а її просторовий розподіл у значній мірі корелював з чинниками, що впливають на прибутковість агросектору [26].

Посилення спеціалізації у землекористуванні триває у Європі з 1970-х років, що зумовило розвиток просторової поляризації у вигляді існування одночасно високопродуктивного аграрного та лісового секторів та екстенсивних систем землекористування з низькопродуктивними малими домогосподарствами або навіть занедбанними землями [20]. Починаючи з 1990-х років, у зв'язку з масштабними економічними та політичними трансформаціями у Центральній Європі, які відобразилися також у структурі землекористування, процеси просторової поляризації значно посилюються. Попередні дослідження щодо змін у землекористуванні в регіоні Центральної та Східної Європи, а також Центральної Азії дозволили виявити та проаналізувати розвиток процесів занедбання та рекультивації с/г земель в різних природних, соціально-економічних та інституційних умовах. Проте нам не відомі приклади публікацій, в яких водночас розглядали ці два протилежні тренди у землекористуванні використовуючи один і той самий алгоритм для опрацювання первинних даних, забезпечивши таким чином їхню повну відповідність. Новизна представленого у цій публікації дослідження також полягає у аналізі чинників змін у

землекористуванні за допомогою одного з методів машинного навчання, а саме алгоритму підсилених регресійних дерев (англ. – *boosted regression trees*), який придатний для аналізу складних нелінійних залежностей [7], які існують між просторовими чинниками та структурою землекористування. Результати такого аналізу наведені у даній публікації на прикладі західної частини України.

Територія дослідження. Територією для проведення даного дослідження обрано західну частину України, що охоплює вісім адміністративних областей: Волинську, Рівненську, Хмельницьку, Тернопільську, Львівську, Івано-Франківську, Чернівецьку та Закарпатську. Останні чотири регіони включено у дослідження лише частково, оскільки територію екорегіону Українських Карпат було виключено з подальшого аналізу. Це зроблено задля узгодження просторового масштабу використаних у дослідженні даних з особливостями землекористування на досліджуваній території. Також з території дослідження виключено невеликі за площею частини Сколівського та Хустського районів, розташовані поза межами Українських Карпат, оскільки використання показників на рівні району загалом у випадку цих адміністративних одиниць було б некоректним. Таким чином територія дослідження включає у себе частково або повністю 115 адміністративних районів загальною площею 110,4 тис км².

Концептуальні основи, матеріали та методи дослідження. Для дослідження просторової динаміки землекористування нами використано геопросторові дані отримані групою німецьких дослідників в рамках проекту VOLANTE [8] на основі класифікації річних

кривих зміни нормалізованого різницевого індексу рослинності (NDVI), отриманих зі супутників MODIS за допомогою інструментів Terra та Aqua. Цей растровий набір даних відображає інтенсивність землекористування с/г угідь в межах усього європейського континенту для кожного календарного року за період з 2001 по 2012 рр. з просторовою роздільною здатністю 232 м. Тобто, кожна комірка (піксель) площею бл. 5,4 га (232 x 232 м) містила інформацію про наявність чи відсутність сільськогосподарського землекористування у її межах, що включає сінокошіння, випасання худоби, збір врожаю одно- чи багаторічних культур. Для означення процесів занедбання та рекультиватії с/г угідь нами було прийнято наступні умови (таблиця 1). Якщо впродовж першого шестирічного періоду (2001-2006) земельна ділянка не оброблялась щонайменше п'ять років, а впродовж наступного шестирічного періоду (2007-2012) була у вжитку щонайменше чотири роки її вважали такою, що зазнала рекультиватії. Для процесу занедбання сільськогосподарських земель прийнято зворотні умови щодо кількості років, які земельна ділянка перебувала з та без використання. Таким чином для потреб даного дослідження створено два окремі растрові геопросторові шари, що відображають землі, які зазнали закидання або рекультиватії відповідно до визначених умов (таблиця 1). Кожен з цих наборів даних має бінарний вигляд, де ділянки потенційно придатні для розвитку аналізованого процесу позначено через "0", а землі де цей процес реально зафіксовано позначено як "1".

Таблиця 1

Визначення процесів занедбання та рекультиватії с/г земель прийнятих у дослідженні

Процес	2001-2006	2007-2009
Занедбання	щонайменше 5 років з використанням з 6	щонайменше 4 роки без використання з 6
Рекультиватія	щонайменше 5 років без використання з 6	щонайменше 4 роки з використанням з 6

Таким чином занедбання та рекультиватія с/г угідь у цьому дослідженні мають наступний зміст. Занедбання сільськогосподарських земель – це процес вилучення с/г земель із вжитку, шляхом припинення використання земельної ділянки у якості ріллі, пасовища чи сіножаті, що відображається у зміні антропогенно зумовленого річного циклу розвитку рослинності на природний. Натомість сільськогосподарська рекультиватія розглядається

як протилежний до занедбання процес, який полягає у поверненні до використання земельної ділянки шляхом її розорювання з подальшим збором врожаю, випасання на ній худоби або сінокосіння, що відповідно відображається у появі в природному фенологічному циклі рослинності антропогенно зумовлених станів. При цьому зміна типу сільськогосподарського землекористування (наприклад, з ріллі на пасовище чи навпаки) рекультиватією не вва-

жається. Просторову поляризацію сільськогосподарського землекористування у цьому дослідженні розуміємо як явище, що передбачає наявність одночасно в межах певної території протилежних трендів землекористування (занедбання та рекультивація), яка зумовлює зростання відмінностей між окремими частинами території. У даній публікації терміни сільськогосподарські угіддя та землі вживаються як тотожні, на відміну від того як вони розуміються у законодавстві України [1]

Для кількісної характеристики інтенсивності процесів занедбання і рекультивації сільськогосподарських земель на рівні кожного адміністративного району використано два типи показників: абсолютні та відносні. Перші відображають площу с/г угідь в межах району, на якій відбувалися процеси занедбання або рекультивації. Натомість показники рівня занедбання (рекультивації) характеризують відсоток земель, на яких в межах окремого адміністративного району зафіксовано аналізований процес, по відношенню до загальної площі с/г угідь, на яких такий процес потенційно міг відбуватися. Для явища поляризації сільськогосподарського землекористування в межах окремого адміністративного району, що передбачає одночасну наявність процесів рекультивації та занедбання земель, порогове значення встановлено на рівні 1 тис га занедбаних та рекультивованих земель за абсолютними показниками та понад 5 % занедбаних та рекультивованих земель за відносними показниками.

Друга частина нашого дослідження мала на меті виконання статистичного аналізу

просторових чинників процесів занедбання та рекультивації с/г угідь. Для цього нами використано низку незалежних змінних (детермінантів), що характеризують природно-географічні, демографічні, соціально-економічні та транспортно-географічні умови території та, на нашу думку, можуть мати вплив на аналізовані процеси у землекористуванні регіону. Ці дані були отримані з різних джерел, в тому числі шляхом надсилання запитів про надання доступу до публічної інформації у відповідні обласні управління статистики (ОУС) щодо соціально-економічного та демографічного стану досліджуваних районів. Для показників отриманих на районному рівні прийнято умови рівномірного розподілу показників по території району, таким чином що кожна комірка растрового шару в межах одного району отримала те саме значення. Для потреб даного дослідження використано середні значення цих показників за період 2001-2006 рр., що безпосередньо передують періоду для якого виявлено зміни в землекористуванні (2007-2012 рр.).

Для усіх геопросторових шарів, що містили інформацію про детермінанти змін у землекористуванні, роздільну здатність перераховано (розраховано) зі значення 232 м, що відповідає роздільній здатності наборів даних про зміни у землекористуванні регіону. Перелік детермінантів змін у землекористуванні, їхній ймовірний вплив, джерело інформації, а також їхній вихідний масштаб наведено у таблиці 2.

Таблиця 2

Просторові чинники занедбання та рекультивації с/г земель

Детермінанти	Одиниці вимірювання	Вихідний масштаб	Ймовірний вплив на рекультивацію/занедбання	Джерело даних
Абсолютна висота*	м	90 м	?	Цифрова модель висот SRTM [17]
Ухил	°	90 м	-/+	Власні розрахунки на основі [17]
Розчленування рельєфу"	м	90 м	-/+	Власні розрахунки на основі [17]
Індекс посушливості"	-	1 км	-/+	Global Aridity and PET Database [28]
Сума активних температур > 5° C"	° C	1 км	+/-	Власні розрахунки на основі WorldClim [15]
pH ґрунту* "	од.	1 км	?	ISRIC [14]
Відстань до міста* "	км	232 м	-/+	Власні розрахунки на основі даних Eurogeographics
Відстань до поселення* "	км	232 м	-/+	Власні розрахунки на основі даних OpenStreetMap
Відстань до дороги* "	км	232 м	-/+	Власні розрахунки на основі даних Eurogeographics
Відстань до елеватора* "	км	232 м	-/+	Власні розрахунки на основі [3]
Щільність населення* "	людей/км ²	район	+/-	Дані ОУС

Зміна населення* "	%	район	?	Дані ОУС
Частка непрацездатного населення	%	район	-/+	Дані ОУС
Рівень безробіття* "	%	район	?	Дані ОУС
Врожайність зернових"	т ⁻¹ /га	район	+/-	Дані ОУС
Внесення мінеральних добрив	кг поживних речовин/га	район	-/+	Дані ОУС
Внесення органічних добрив* "	т/га	район	-/+	Дані ОУС
Вміст гумусу в ґрунті"	клас	район	+/-	Картограми якісного стану ґрунтів України [2]
Вміст фосфору в ґрунті* "	клас	район	+/-	Картограми якісного стану ґрунтів України [2]
Вміст калію в ґрунті*	клас	район	+/-	Картограми якісного стану ґрунтів України [2]
Частка пасовищ та сіножатей серед с/г угідь"	%	район	-/+	Дані ОУС

Примітка: * – змінні використанні для аналізу рекультивації с/г угідь; " – змінні використанні для аналізу занедбаня с/г угідь. Знак "+" вказує на апіорне припущення про прямий зв'язок детермінанта та відповідного процесу змін у землекористуванні, знак "-" відображає апіорне припущення про наявність оберненого зв'язку між ними, натомість через "?" позначено відсутність апіорне припущення щодо такого зв'язку.

На початковому етапі статистичного аналізу чинників змін у землекористуванні побудовано дві окремі кореляційні матриці взаємозв'язків незалежних змінних процесів занедбаня та рекультивації с/г угідь з метою виявлення пар тих змінних, які мають значну кореляцію між собою (коефіцієнт кореляції Пірсона > 0.5). За результатами аналізу цієї матриці для кожної пари детермінантів із значною кореляцією між собою для статистичного аналізу залишено лише ту змінну, яка мала сильніший зв'язок (прямий або обернений) із появою змін у землекористуванні (див. примітку до таблиці 2).

Для статистичного аналізу чинників змін у землекористуванні у нашому дослідженні використано модель дерева рішень (англ. – *decision tree*), яка є однією з найпопулярніших моделей для вирішення завдань класифікації та регресії. Вона являє собою ієрархічний набір правил типу "якщо – тоді – інакше" у формі орієнтованого дерева, яке зазвичай задається бінарним графом. Популярність застосування дерев рішень для вирішення практичних задач обумовлена їх наочністю і зрозумілістю, простотою процедури класифікації та можливістю використання числових, порядкових та категоріальних атрибутів. Перевагою також є те, що синтез та оптимізація дерев рішень відбувається достатньо швидко навіть для великих вибірок даних [4].

Одним із шляхів підвищення точності статистичного аналізу є застосування ансамблю (колективу) класифікаторів, одним із найбільш ефективних методів синтезу якого вважається підсилення дерев рішень. Метод

підсилення регресійних дерев (ПРД) є непараметричним регресійним алгоритмом, що дозволяє виявити складні нелінійні відношення між залежною та незалежними змінними, що характерно для системи землекористування [23]. Основною рисою "підсилення" є поєднання багатьох індивідуальних та потенційно слабких моделей у один ансамбль, що підвищує їхню продуктивність [13]. Модель ПРД складається з індивідуальних дерев рішень, які пояснюють варіацію залежної змінної шляхом поділу простору змінних на дві частини. Калібрування моделі передбачає вибір чотирьох основних параметрів: частка навчальної вибірки, комплексності дерева, рівня навчання та загальної кількості дерев. Перший з параметрів вказує на співвідношення розмірів навчальної та тестової вибірок між собою, який у нашій моделі рівний 0.5 та означає рівність обох вибірок. Значення для параметрів комплексності та рівня навчання обрано на рівні 4 та 0.01 відповідно після пробного тестування моделі з використанням декількох різних значень цих параметрів. Вищевказані значення параметрів моделі використано для автоматичного визначення оптимальної кількості дерев у побудованій статистичній моделі взаємозв'язку змін у землекористуванні та їхній просторових чинників за допомогою функції *gbm.step* у пакеті *dismo* [15] відкритого програмного продукту R (<https://www.r-project.org/>). Для інтерпретації результатів статистичного аналізу також побудовано криві часткової залежності (англ. – *partial dependency plot*), які дають змогу у графічній формі відобразити зв'язок між залежною

змінною та кожною незалежною змінною окремо за умови фіксації решти незалежних змінних на рівні середніх арифметичних значень [9, 10]. При інтерпретації результатів ми брали до уваги лише ті детермінанти змін у землекористуванні, відносний внесок яких у пояснення загальної варіації залежної змінної перевищував значення отримане випадково (100% / число незалежних змінних включених у модель) [23]. Якість кінцевої моделі оцінювали шляхом побудови ROC-кривої, або кривої помилок, та обчисленням площі під цією кривою (англ. – *AUC – area under the curve*) так частки правильно класифікованих спостережень.

Залежна змінна у побудованій моделі має діапазон значень від 0 до 1, в той час як аналізовані чинники можуть бути представлені числами, у реальній, номінальній чи порядковій формах. У нашому випадку відсутність процесу рекультивациі (занепадання) с/г угідь позначено як “0”, а їхню наявність відповідно як “1”. У даному дослідженні лише три чинники представлені у порядковій формі (вміст гумусу, фосфору та калію), тоді як решта виражені реальними числами.

Загальна кількість спостережень у вибірці, використаній для статистичного аналізу процесу рекультивациі відповідала загальній кількості комірок відповідного растрового геопросторового шару і становила 195 736. Натомість для процесу занедбання загальна кількість комірок відповідного шару перевищувала 450 тис. Оскільки зростання кількості спостережень має наслідком збільшення часу необхідного для побудови статистичної моделі, для аналізу процесу занедбання нами було відібрано у довільний спосіб таку саму кількість комірок, що й для аналізу рекультивациі (195 736). Далі шляхом оверлейного накладання для кожної з комірок обох геопросторових шарів отримано значення атрибутів з геопросторових шарів, що відповідають просторовим чинникам змін у землекористуванні (таблиця 2).

Результати та їхнє обговорення. Першим результатом нашого дослідження можна вважати статистичні показники прояву процесів занедбання і рекультивациі сільськогосподарських земель, а також поляризаціі аграрного землекористування досліджуваного регіону (рис. 1). Загальна площа занедбаних с/г земель у межах території дослідження у період з 2007 по 2012 р. становила 226 696 га, а середній рівень занедбання – 8,8 %. Натомість значення цих показників, що характеризують процес сільськогосподарської рекультивациі в межах рівнинної частини західної України були

такими: 69 298 га та 5,3 % відповідно. Таким чином за досліджуваний шестирічний період площа залишених без використання с/г угідь збільшилась у західному регіоні України на понад 150 тис га, в той час як для усієї території України рекультивациі була домінуючим трендом землекористування у аналогічний період часу [26]. Нижче розглянемо детальніше просторову структуру виявлених змін у землекористуванні досліджуваного регіону.

Найбільші площі занедбаних с/г земель сконцентровано у межах північних районів Рівненської та Волинської областей, Жидачівського району Львівської області та Шепетівського району на Хмельниччині, де площа таких земель перевищує 3 тис га у кожному. Натомість найменші площі земель, що виведені із сільськогосподарського використання характерні для Чернівецької області, трьох районів Івано-Франківщини та по одному у Хмельницькій та Тернопільській областях. Розподіл значень відносного показника цього тренду с/г землекористування мав такі особливості. Дуже високий (понад 25 %) та високий (понад 12 %) рівні занедбання с/г угідь притаманні для районів Волинської та Рівненської областей, розташованих на півночі Українського Полісся, за декількома винятками у Львівській та Івано-Франківській областях. Натомість найменші рівні занедбання виявлено у більшості районів Тернопільської області, південних районах Хмельниччини, а також кількох районах Закарпатської та Чернівецької областей.

Просторова структура повернутих до обробітки с/г земель у 2007-2012 роки мала наступний вигляд. У майже половини районів Тернопільської та Хмельницької, а також у більшості районів Чернівецької області закартовано рекультивовані с/г угіддя на площі понад 750 га. Лише у Новоушицькому районі Хмельницької області площа рекультивованих с/г угідь перевищує 3 тис га, а у Новоселицькому і Заставнівському районах (Чернівецька область), Гусятинському районі Тернопільської та Камянець-Подільському районі Хмельницької області такі землі займають площі від 1,5 до 3 тис га. Розподіл показників рівня рекультивациі в цілому в межах території дослідження має схожий характер до показників площі рекультивованих с/г угідь. Високі рівні рекультивациі (понад 12 %) зафіксовано у межах шести адміністративних районів: Радивилівському (12,8) та Млинівському (14,5) Рівненської області, Збарзькому (12,6) і Гусятинському (15,4) Тернопільської області, а також

Новоселицькому (14,1) та Новоушицькому (19,9) районах Чернівецької та Хмельницької областей відповідно.

На відміну від процесів занедбання та рекультивациі просторова структура поляризації с/г землекористування у регіоні дослідження значно відрізнялася залежно від викорис-

тання для її означення абсолютних та відносних показників. Досягнення порогових значень поляризації за абсолютним показником зафіксовано лише у чотирьох районах Хмельницької області (Деражнянський, Камянець-Подільський, Старокостянтинівський, Хмельницький),

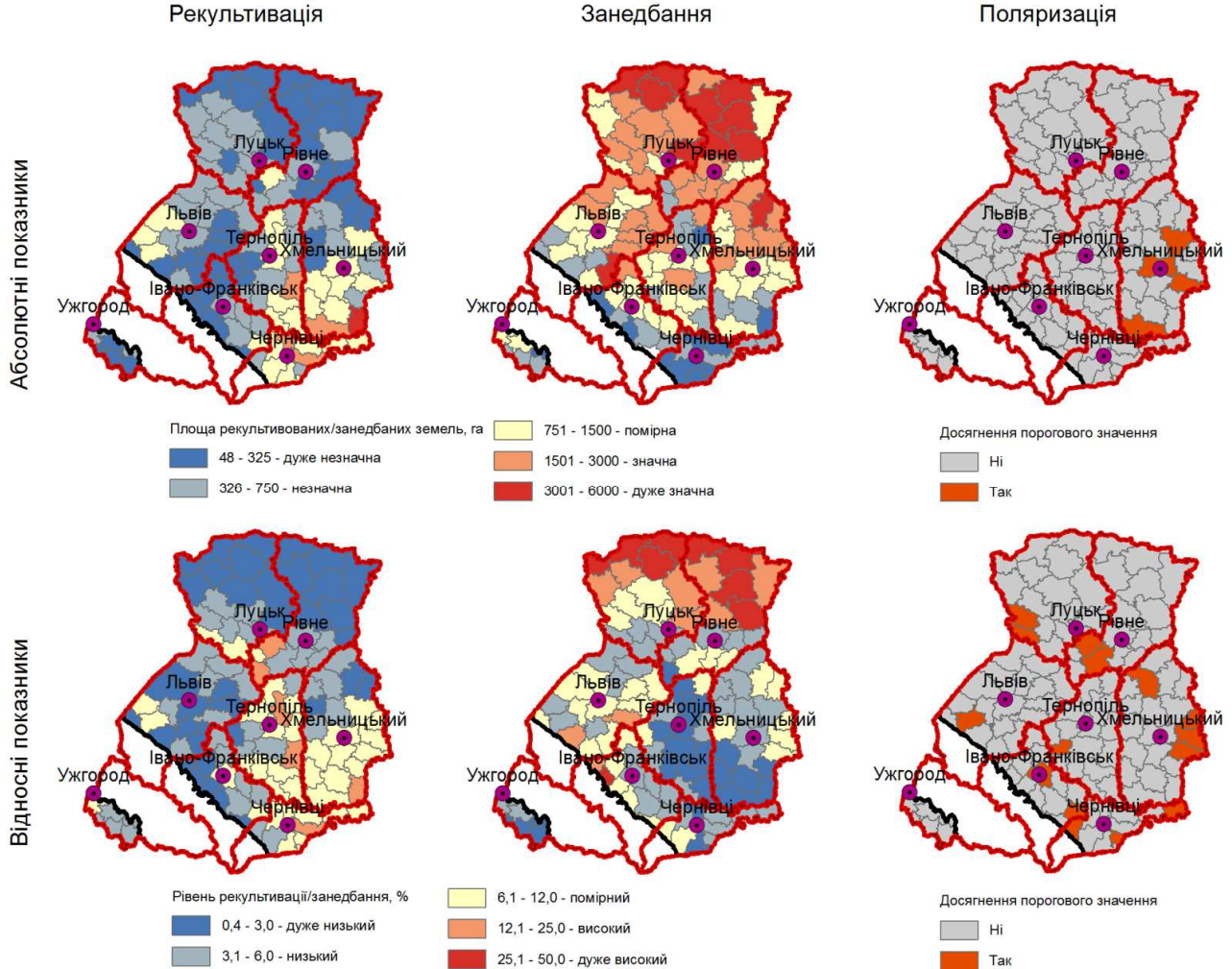


Рис. 1. Просторова структура рекультивациі і занедбання с/г угідь, поляризації аграрного землекористування західного регіону України в розрізі адміністративних районів за абсолютними (площа) та відносними (рівень) показниками

які відзначалися помірними площами занедбаних та рекультивованих земель. Натомість явище поляризації за відносним показником зафіксовано у 15 адміністративних районах в усіх областях, окрім Закарпатської. Варто зазначити, що лише в межах одного району, а саме Деражнянського, зафіксовано досягнення порогових значень поляризації визначених у цьому дослідженні водночас за абсолютним та відносним показниками.

Статистичний аналіз чинників процесів рекультивациі та занедбання с/г угідь виконано шляхом побудови окремих регресійних моделей для кожного процесу. Спочатку, за результатами аналізу кореляційної матриці просторових детермінантів змін у землекористуванні, для кожної з двох статистичних моделей

відібрано свій перелік незалежних змінних, що було використано при створенні остаточної версії статистичної моделі (таблиця 2). Загалом із 21 незалежної змінної до статистичної моделі взаємозв'язків чинників та процесу рекультивациі потрапили 12 змінних, натомість для статистичної моделі процесу занедбання с/г угідь ця кількість становила 15 змінних. Серед цих змінних лише п'ять для процесу рекультивациі та три для процесу занедбання розглядалися нами при подальшій інтерпретації результатів як статистично значимі, оскільки їхній відносний внесок перевищував значення, яке могло б вважатися за отримане випадково: 8,33 % для детермінантів рекультивациі та 6,67 % для детермінантів занедбання. Просторові детермінанти, які за результатами статистич-

ного аналізу виявилися статистично значимими наведено у таблиці 3. Загалом показники продуктивності побудованих моделей, а саме перехресно валідована площа під ROC-кривою

(cv AUC) та загальна точність, виявилися достатніми щоб розглядати ці моделі як достовірні.

Таблиця 3

Показники побудованих статистичних моделей процесів рекультивації та занедбання с/г земель

Назва процесу, яку пояснює модель	cv AUC	Загальна точність моделі, %	Статистично значимі чинники	Відносний внесок чинника у модель, %
Рекультивація	0,768	93,77	Відстань до поселення	18,79
			Абсолютна висота	13,33
			Вміст калію в ґрунті	11,74
			Відстань до елеватора	11,59
			Відстань до міста	11,01
Занедбання	0,737	94,25	Частка пасовищ та сіножатей серед с/г угідь	36,56
			Відстань до міста	14,52
			Індекс посушливості	6,85

У підсумковій моделі занедбання с/г угідь усі три статистично значимі незалежні змінні представляють різні чинників, найвагомим серед яких виявився показник частки пасовищ та сіножатей серед усіх с/г угідь. Ця узагальнена характеристика структури землекористування може опосередковано свідчити про співвідношення рослинництва та тваринництва у сільському господарстві в межах району. Оскільки починаючи з 1990-х років поголів'я ВРХ в Україні має стабільний низхідний тренд, це зумовлює в свою чергу кількісні та якісні зміни у секторі рослинництва у вигляді зміни кількості та структури посівних площ, насамперед кормових культур, та потреби у пасовищах та сіножатях. Як наслідок такі землі виводяться з обороту та зазнають процесу занедбання. Побудовані криві часткової залежності, що зображені на рис. 2, дали змогу наочно відобразити залежність між ймовірністю розвитку рекультивації (занедбання) с/г угідь від зміни значення окремих чинників цього процесу. Для незалежної змінної “Частка пасовищ та сіножатей серед с/г угідь” виявлено поступове підвищення ймовірності занедбання земель при зростанні значень цього показника від 10 до 35 % та більш різке зростання у діапазоні 35–50 %. Натомість для решти двох детермінантів у статистичній моделі занедбання земель ці зв'язки виражені менш чітко.

Щодо чинників рекультивації с/г угідь варто відмітити наступні особливості їхнього зв'язку із розвитком процесу рекультивації. Серед п'яти статистично значимих детермінантів три характеризують географічне положення земельної ділянки стосовно поселень та об'єктів інфраструктури, в той час як решта

два відображають її природно-географічні параметри. Чіткі відмінності у залежності ймовірності рекультивації від значень детермінантів цього процесу встановлено лише для змінних “Відстань до поселення” та “Абсолютна висота”. Більш значне зростання ймовірності рекультивації відбувається при збільшенні відстані від поселення у діапазоні від 0 до 20 км, що може вказувати на залежність економічної привабливості повернення у використання земельної ділянки від близькості найближчого поселення. У свою чергу ймовірність рекультивації значно знижується для земель з абсолютною висотою у діапазоні 80 – 150 м, а далі повільно зростає до рівня 350 м н.р.м.

Загалом можна стверджувати, що апріорні гіпотези щодо впливу тих чи інших чинників на аналізовані процеси змін у землекористуванні (див. таблицю 1) загалом отримали своє підтвердження за результатами статистичного аналізу, за винятком детермінанта “Відстань до поселення”, який мав обернений зв'язок з ймовірністю рекультивації від очікуваного.

Висновки. За результатами дослідження встановлено, що в межах рівнинної частини Західної України процес занедбання сільськогосподарських земель переважає над рекультивацією занедбаних за попередній період с/г угідь на понад 150 тис. га. Просторова структура досліджуваних змін у землекористуванні значною мірою залежала від використання при їхньому аналізі абсолютних чи відносних показників. Також вперше виявлено існування явища поляризації с/г землекористування, у вигляді одночасного прояву в межах адміністративного району процесів занедбання

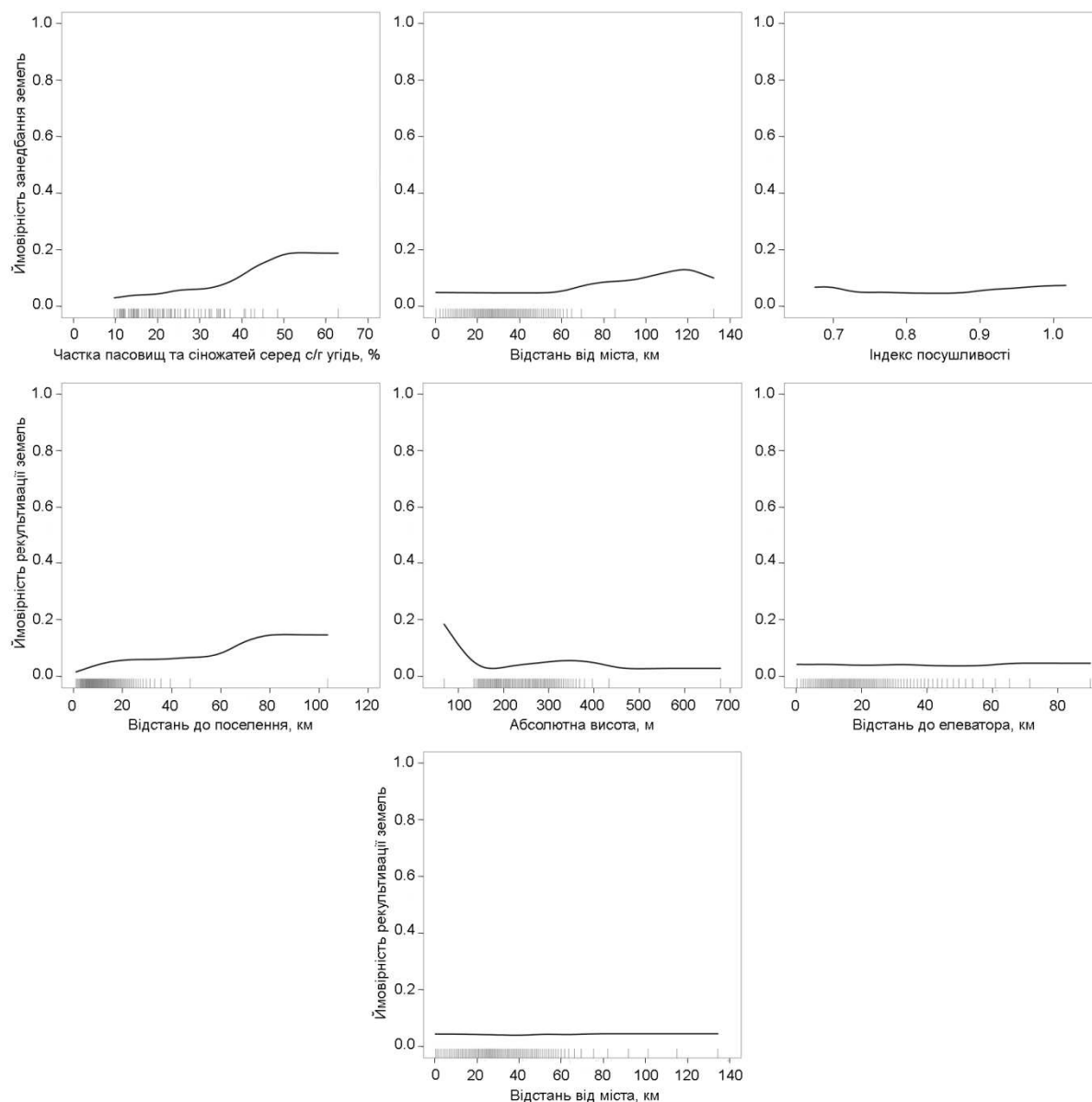


Рис. 2.Криві часткових залежностей статистично впливових змінних та їхній зв'язок із розвитком процесів рекул'tивації та забур'ювання с/г земель

та рекул'tивації. Метод машинного навчання у вигляді алгоритму підсилених регресійних дерев, що був використаний для статистичного дослідження зв'язків між просторовими чинниками та досліджуваними процесами у землекористуванні, дозволив виявити відмінності у цих зв'язках. У свою чергу криві

часткових залежностей статистично впливових змінних побудовані за на основі двох статистичних моделей наочно продемонстрували нелінійний характер зв'язків змін у землекористуванні та їхніх просторових детермінантів.

Автор вдячний професору Тобіасу Кюммерле (Університет імені Гумбольдтів у Берліні, Німеччина) та доктору Штефану Естелю (Університет Бостона, США) за їхню згоду на використання матеріалів, що слугували основою для виконання дослідження висвітленого у цій публікації.

Література (References):

1. Земельний кодекс України : Кодекс України, Закон від 25.10.2001 № 2768-III [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/2768-14>
2. Картограми якісного стану ґрунтів України / Державна установа «Інститут охорони ґрунтів України» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.iogu.gov.ua/pasportizaciya/karty-po-vmistu-pozhyvnyh-rechovyn-m-humus-fosfor-kalij/>
3. Мапа зерносховищ України / Аграрна біржа України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://agrex.gov.ua/elevators-map/#maptop>.
4. Штовба С. Д. Інтелектуальні технології ідентифікації залежностей. Лабораторний практикум : електронний навчальний

- посібник / Штовба С.Д., Мазуренко В.В. – Вінниця : ВНТУ, 2014. – 113 с.
5. Alcantara C. Mapping the extent of abandoned farmland in Central and Eastern Europe using MODIS time series satellite data / C. Alcantara, T. Kuemmerle, M. Baumann et al. // Environ. Res. Lett. – 2013. – Vol. 8. – No. 3. – 035035.
 6. Cramer V. A. What's new about old fields? Land abandonment and ecosystem assembly / V.A. Cramer, R. J. Hobbs, R. J. Standish // Trends Ecol. Evol. – 2008. – Vol. 23. – P. 104–112.
 7. Elith J. A working guide to boosted regression trees / J. Elith, J.R. Leathwick, T. Hastie // J. Anim. Ecol. – 2008. – Vol. 77. – P. 802–813.
 8. Estel S. Mapping farmland abandonment and recultivation across Europe using MODIS NDVI time series / S. Estel, T. Kuemmerle, C. Alcántara et al. // Remote Sens. Environ. – 2015. – Vol. 163. – P. 312–325.
 9. Friedman J.H. Greedy function approximation: a gradient boosting machine/ J.H. Friedman // Ann. Statist. – 2001. – Vol. 29. – P. 1189–1232.
 10. Friedman J.H. Multiple additive regression trees with application in epidemiology / J.H. Friedman, J.J. Meulman // Stat. Med. – 2003. – Vol. 22. – P. 1365–1381.
 11. Griffiths P. Agricultural land change in the Carpathian ecoregion after the breakdown of socialism and expansion of the European Union / P. Griffiths, D. Müller, T. Kuemmerle, et al. // Environ. Res. Lett. – 2013. – Vol. 8. – No. 4. – 045024.
 12. Hartvigsen M. Land reform and land fragmentation in Central and Eastern Europe / M. Hartvigsen // Land Use Policy. – 2014. – Vol. 36. – P. 330–341.
 13. Hastie T. The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction / Hastie T., Tibshirani R., Friedman J.; 2nd ed. – New York: Springer-Verlag, 2009 – pp. 745.
 14. Hengl T. SoilGrids1 km—global soil information based on automated mapping / T. Hengl, J.M. de Jesus, R.A. MacMillan et al. // PLoS One – 2014. – 9 (12): e105992.
 15. Hijmans R.J. Dismo: species distribution modeling / R.J. Hijmans., S. Phillips, J.R. Leathwick et al. – 2013 [Electronic source]. – Access mode: <http://cran.r-project.org/web/packages/dismo/>.
 16. Hijmans R.J. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas / R.J. Hijmans, S.E. Cameron, J.L. Parra, P.G. Jones, A. Jarvis. // Int. J. Climatol. – 2005. – Vol. 25. – P. 1965–1978.
 17. Jarvis A. Hole-filled SRTM for the globe Version 4 [Електронний ресурс] / A. Jarvis, H.I. Reuter, A. Nelson, E. Guevara // CGIAR-CSI SRTM 90m Database, 2008. – Режим доступу: <http://srtm.csi.cgiar.org>.
 18. Kraemer R. Long-term agricultural land-cover change and potential for cropland expansion in the former Virgin Lands area of Kazakhstan / R. Kraemer, A.V. Prishchepov, D. Müller et al. // Environmental Research Letters. – 2015. – Vol. 10. – 054012.
 19. Kuemmerle T. Cross-border comparison of land cover and landscape pattern in Eastern Europe using a hybrid classification technique / T. Kuemmerle, P. Hostert, K. Perzanowski et al. // Remote Sens. Environ. – 2006. – Vol. 103. – P. 449–464.
 20. Landscapes in transition: An account of 25 years of land cover change in Europe / European Environment Agency. – 2017 – 84 pp.
 21. Laurance W. F. Agricultural expansion and its impacts on tropical nature / W.F. Laurance, J. Sayer, K.G. Cassman // Trends Ecol. Evol. – 2014. – Vol. 29. – P. 107–116.
 22. Müller D. Changing rural landscapes in Albania: cropland abandonment and forest clearing in the postsocialist transition/ D. Müller, D.K. Munroe. // Ann. Assoc. Am. Geogr. – 2008. – Vol. 98. – P. 855–876.
 23. Müller D. Comparing the determinants of cropland abandonment in Albania and Romania using boosted regression trees / D. Müller, P.J. Leitão, T. Sikor // Agric. Syst. – 2013. – Vol. 117. – P. 66–77.
 24. Müller D. Lost in transition: determinants of post-socialist cropland abandonment in Romania / D. Müller, T. Kuemmerle, M. Rusu et al. // J. Land Use Sci. – 2009. – Vol. 4. – P. 109–129.
 25. Prishchepov A.V. Determinants of agricultural land abandonment in post-Soviet European Russia / A.V. Prishchepov, D. Müller, M. Dubinin et al. // Land Use Policy. – 2013. – Vol. 30. – P. 873–884.
 26. Smaliychuk A. Recultivation of abandoned agricultural lands in Ukraine: patterns and drivers // A. Smaliychuk, D. Müller, A. V. Prishchepov et al. // Global Environmental Change. – 2016. – Vol. 38. – P. 70–81.
 27. Stefanski J. Mapping and monitoring of land use changes in post-Soviet western Ukraine using remote sensing data / J. Stefanski, O. Chaskovskyy, B. Waske // Applied Geogaphy. – 2014. – Vol. 55. – P. 155–164.
 28. Zomer R.J. Climate change mitigation: a spatial analysis of global land suitability for clean development mechanism afforestation and reforestation / R.J. Zomer, A. Trabucco, D.A. Bossio et al. // Agric. Ecosyst. Environ. – 2008. – Vol. 126. – P. 67–80.

Анотація:

Анатолій Смалійчук. ДИНАМИКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ ЗАПАДНОГО РЕГИОНА УКРАИНЫ: ПРОСТРАНСТВЕННАЯ СТРУКТУРА И ФАКТОРЫ.

В публикации освещены результаты анализа процессов забрасывания и рекультивации в пределах сельскохозяйственных (с/х) земель западных областей Украины, выявленные по результатам классификации спутниковых снимков. Оценка процессов изменений в землепользовании показала, что площадь заброшенных с/х земель в пределах территории исследования в период с 2007 по 2012 составляла более 200 тыс. га, в то время как процесс рекультивации выведенных из использования земель равнинной части Западной Украины охватил около 70 тыс. га. Для анализа факторов изменений в землепользовании использован метод машинного обучения в виде усиленных регрессионных деревьев, который является разновидностью дерева решений. Построенные статистические модели позволили впервые исследовать связи факторов и двух противоположных процессов изменений в землепользовании и показали значительное различие в факторах, влияющих на их развитие.

Ключевые слова: рекультивация с/х земель, забрасывание с/х земель, метод усиленных регрессионных деревьев, поляризация землепользования, пространственные факторы.

Abstract:

Smaliychuk A. AGRICULTURAL LAND USE DYNAMICS WITHIN THE WESTERN PART OF UKRAINE:

SPATIAL PATTERN AND DRIVERS.

This publication shows the results of the analysis of agricultural abandonment and recultivation within the western provinces of Ukraine, detected by classification of satellite images. For this research we defined agricultural abandonment as absence of any kind of agricultural utilization of land parcel for at least 4 years in 2007-2012 while it was cultivated for at least 5 years in previous 6-year period (2001-2006). To define agricultural recultivation, as a process of bringing back of fallow land, a reverse rule was applied than to abandonment. Polarization of agricultural land use in our study displays the hot-spot of land use change disparities when both agricultural abandonment and recultivation manifest within the same administrative district. Our findings suggest that the volume of abandoned agricultural lands within the study area in the period from 2007 to 2012 reached 200 thousand hectares, while the process of recultivation of former abandoned land in Western Ukraine was recorded only on about 70 thousand hectares. This means prevailing of agricultural abandonment due to less profitability of agriculture here in comparison to other parts of Ukraine. Underlying drivers of this general trend in land use might be the fall of cattle breeding in the region, which resulted in substantial decreasing of utilization of pastures and hay fields for as a sources of feed. Northern districts of Rivne and Volyn provinces experienced severe land abandonment whilst agricultural recultivation occurred the most on the south of Khmelnytskyi and east of Chernivtsi provinces. To analyze the proximate drivers of land use change we employed machine learning method, namely booster regression trees, which are a powerful non-parametric regression approach and can capture complex, non-linear relationships between response and predictor. The statistical models that were built using R software allowed us for the first time to investigate at the drivers of two opposite land use trends and showed a significant difference in the predictors that shape agricultural abandonment and recultivation. Accessibility variables played more important role in explaining agricultural recultivation. However, probability of land abandonment as was shown of our modeling substantially increase in the districts with high share of pasture and hay field.

Key words: farmland recultivation, farmland abandonment, boosted regression trees algorithm, land use polarization, spatial drivers.

Надійшла 15.05.2018р.

УДК 911:330.15 (477.84)

Мирослава ПИТУЛЯК, Микола ПИТУЛЯК

ЗЕМЕЛЬНО-РЕСУРСНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ТЕРНОПІЛЬСЬКОЇ ОБЛАСТІ ТА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЙОГО ВИКОРИСТАННЯ В СУЧАСНИХ УМОВАХ ГОСПОДАРЮВАННЯ

У статті проаналізовано сучасний стан та ефективність використання земельних ресурсів Тернопільської області. Досліджено структуру земельного фонду області, яка відображає особливості природокористування, основним у структурі якого є сільськогосподарське.

Визначено і проаналізовано показники ефективності використання земельно-ресурсного потенціалу Тернопільської області, зокрема загальне виробництво валової сільськогосподарської продукції, виробництво сільськогосподарської продукції на одну особу, урожайність сільськогосподарських культур. Ці показники відображають тенденцію до зростання ефективності сільськогосподарського виробництва.

Ключові слова: земельні ресурси, земельно-ресурсний потенціал, ефективність, сільськогосподарське землекористування, сільськогосподарська освоєність.

Постановка проблеми в загальному вигляді. Тернопільська область належить до аграрних областей України. Земельні ресурси області становлять основу її природно-ресурсного потенціалу. Разом з тим в сучасних умовах господарювання загострюються проблеми пов'язані з ефективністю використання земельних ресурсів та їх екологічним станом. Тому важливим завданням є раціональне використання земельно-ресурсного потенціалу.

Метою дослідження є аналіз земельно-ресурсного потенціалу Тернопільської області та основних тенденцій ефективності його використання.

Аналіз досліджень і публікацій. У дослідженні земельних ресурсів та земельно-ресурсного потенціалу вагомий внесок зроби-

ли вчені: Д.І. Бабміндра, Б.М. Данилишин, Д.С. Добряк, А.М. Третяк, Ю.Ю. Туниця, М.Д. Пістун, Р.А. Іванух, З.П. Паньків, В.П. Руденко, О.Г. Топчів та інші.

Виклад основного матеріалу. На сьогоднішньому етапі суспільного життя земельні ресурси використовуються надзвичайно інтенсивно, виконуючи функцію територіального базису, природного ресурсу та основного засобу виробництва. Проте, у різних галузях виробництва їхнє використання є неоднаковим і має різне значення у процесі їхнього функціонування.

Земельні ресурси як засіб виробництва мають певні особливості, які суттєво відрізняють їх від інших засобів виробництва.

Для аналізу використання земельних ре-