

## ШЛЯХИ МОДЕЛЮВАННЯ АГРАРНОГО СЕКТОРУ ЯК КОМПЛЕКСНОГО ОБ'ЄКТА КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

**Т.В. Ільєнко**

кандидат сільськогосподарських наук

Інститут агроєкології і природокористування НААН (м. Київ, Україна)  
e-mail: [tilienko@gmail.com](mailto:tilienko@gmail.com); ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5406-5449>

**В.О. Гурєєв**

доктор технічних наук, професор, академік АТНУ

Харбінський політехнічний університет (м. Харбін, КНР)  
viktor.gurieiev@infotec.ua; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8496-3626>

**О.Є. Черненко**

ГС “ГІС-Асоціація України” (м. Київ, Україна)

e-mail: [oleksii.chernenko@infotec.ua](mailto:oleksii.chernenko@infotec.ua)

Метою дослідження наукової роботи є з'ясування питань, пов'язаних із шляхами та проблемами побудови моделей сталого розвитку аграрного сектору в якості об'єкта критичної інфраструктури в сучасних умовах. Шляхом уточнення понятійного апарату та формалізації термінів у межах їх предметної галузі встановлено взаємозв'язок між чинною юридичною базою, реальним станом справ та шляхами побудови моделей розвитку агроєкосистем у контексті розуміння понятійної єдності: “людина — суспільство — держава”. На підставі аналізу законодавства України доведено належність аграрного сектору до категорії об'єктів критичної інфраструктури. За допомогою системного аналізу продемонстровано формування якісної своєрідності агроєкосистем і значення цих факторів для побудови моделей розвитку. Здійснено детальний аналіз актуальних ризиків, існуючої методології їх оцінки та надано висновок — набуття статусу об'єкта критичної інфраструктури оформленого належним чином здатне мінімізувати ризики навантаження агроєкосистем до прийнятної рівня. На підставі узагальнення розглянутого матеріалу у висновках надано практичні рекомендації щодо побудови моделей розвитку агроєкосистем на засадах екологічнобезпечного аграрного землекористування.

**Ключові слова:** аграрний сектор, моделювання розвитку агроєкосистем, комплексні об'єкти, критична інфраструктура, агроєкосистема, аналіз ризиків, екологічнобезпечне аграрне землекористування.

### ВСТУП

Аграрний сектор економіки України є глобально важливим виробником продовольчих ресурсів і продовольчої безпеки багатьох країн. Поняття аграрного сектору має декілька формалізованих визначень. Зокрема, “аграрний сектор економіки країни — це цілісний комплекс, тісно пов'язаний із природними умовами, ресурсами, технічними можливостями та кваліфікованими спеціалістами” [1] та “аграрний сектор України — це цілісна народно-господарська система взаємопов'язаних у своєму розвитку галузей, які забезпечують виробництво сільськогосподарської сировини та продовольства, їх заготівлю, збереження, переробку і реалізацію населенню” [2].

Впровадження концепції сталого розвитку в аграрний сектор економіки вимагає формування нових і переосмислення існуючих підходів побудови моделей його розвитку, базуючись на

його багатофункціональності та гармонізації економічної, соціальної, екологічної і безпекової складових, що потребує уточнення понятійного апарату та формалізації відповідних термінів.

Для наукового аналізу може бути справедливим наступне визначення: “Аграрний сектор — одна з найбільших галузей господарства країни, яка включає та поєднує природні, людські, науково-освітні та виробничі ресурси і залучає результати їх взаємодії/кооперації на виробництво аграрної продукції і в економічний обіг”. Його функціонування є важливим як для економіки, так і національної безпеки. Виходячи з визначення Європейським Союзом критичної інфраструктури як системи, яка має істотне значення для підтримки життєво важливих соціальних функцій, пошкодження якої, її руйнування або порушення в результаті стихійних лих, тероризму, злочинної діяльності або зловмисної поведінки, може істотно негативно

вплинути на безпеку ЄС і добробут громадян [3; 4], до аграрного сектору можна застосовувати поняття “критична інфраструктура”.

Мета статті: шляхом аналізу сучасного стану аграрного сектора України довести його фактичну належність до категорії “об'єкти критичної інфраструктури”, сформувані чітко за змістом розуміння приведених термінів, яке надає їм однозначного наукового і юридичного значення, та розробити практичні рекомендації щодо набуття аграрним сектором України статусу належності його до категорії “об'єкти критичної інфраструктури”.

Впорядкування понятійного апарату і уточнення загальноприйнятних термінів, які застосовуються в процесі дослідження, обговорення і моделювання проблем у межах аграрного сектора України необхідно для досягнення однозначного їх розуміння для достовірного наукового, юридичного, регуляторного та господарчого моделювання діяльності в цьому предметному середовищі, з метою прийняття ефективних владно-розпорядчих рішень. Для досягнення поставленої вище мети необхідно сформувані перелік і виконати загальний аналіз існуючих та ймовірних ризиків і загроз, які впливають внаслідок відсутності належним чином оформленого статусу об'єкта критичної інфраструктури для всіх суб'єктів діяльності, які відносяться до аграрного сектору України.

Поставлена проблема безпосередньо стосується комплексу питань про основні виклики та діяльність Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України, яка спрямована на збереження природних комплексів та об'єктів, особливо в умовах воєнного стану.

## АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Дослідженню питань моделювання аграрного сектору України, у тому числі в якості комплексного об'єкта, присвячено доволі багато робіт окремих дослідників та авторських колективів. Враховуючи міждисциплінарний характер обраної теми, ці дослідження розділяються відповідно на декілька напрямів. Так, безпосередньо питанням науково-методологічних засад формування екологічнобезпечних аграрних землеволодінь і землекористувань присвячено дослідження І.П. Купріянич (2020), в якому за результатами діагностики екологічних загроз та ризиків у сфері використання та відтворення сільськогосподарських земель регіонів України здійснено їх ранжирування за рівнем екологічної безпеки аграрного землекористування [5]. Запропоновано підхід до формування структури організаційно-економічного механізму екологічнобезпечного аграрного землекористування, яку,

на відміну від традиційного уявлення, систематизовано за чотирма взаємопов'язаними інструментальними блоками: організаційним, економічним, регуляторним та землевпорядним. Для кожного з названих інструментальних блоків виділено конкретні інструменти, які дозволяють забезпечити формування екологічнобезпечних аграрних землеволодінь і землекористувань відповідно до правового, просторового, екологічного та соціального вимірів.

Комплекс питань, пов'язаних із тенденціями, суб'єктами діяльності та перспективами реформування аграрного сектору України, розглядається в роботі Волошанюк Н.В., Сьомки А.К. (2017) [1].

Мищенко Д.А. (2011) досліджує практику і досвід основних напрямів державного регулювання аграрного сектору економіки України [2].

В'юн Н.І. (2002) приходиться до висновку, що, на жаль, формування аграрної сфери, поява нових суб'єктів-власників землі автоматично не сприяє пріоритетності екологізації підприємства в сільському господарстві. Також на цей процес майже не впливають ринкові інституції, бо ринку взагалі не притаманна функція охорони природи [6].

Окремий напрям у дослідженнях займають роботи з галузі математичного моделювання. Так, наприклад, Корнійчук М., Совтус І. (2003) розглядають економіко-математичні підходи до дослідження складних економічних структур і складних технічних систем із внутрішньою стохастичною зв'язністю між складовими елементами [7]. Стохастичність входження елементів у структуру розуміється цими авторами як використання елемента або його невикористання під час виконання системою певного типу завдань. Використовуючи надійність (або інший адитивний показник ефективності) складної економічної структури чи складної технічної системи, автори будують імовірнісні економіко-математичні методи й моделі оптимізації цих систем, обґрунтовують їх коректність, можливу застосовність і алгоритмічно-обчислювальну реалізацію.

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Теоретично-інформаційну та методичну базу дослідження становлять законодавчі й нормативні акти міністерств і відомств України, фундаментальні положення економічної теорії, теорії систем, математичне моделювання, що визначені у працях вітчизняних і зарубіжних учених щодо формування структури організаційно-економічного механізму екологічнобезпечного аграрного землекористування, еконо-

міко-математичних підходів до дослідження складних економічних структур та імовірнісних економіко-математичних методів і моделей їх оптимізації.

Для досягнення поставленої мети були використані такі методи досліджень: метод порівняльного аналізу, метод системного аналізу, методи дослідження операцій, методи комплексного та ймовірнісного моделювання.

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Кабінет Міністрів України (розпорядження КМУ від 7 травня 2022 р. № 356-р) схвалив основні (стратегічні) напрями діяльності державного сектору на період воєнного стану та післявоєнного відновлення економіки. Рішення визначає ключові цілі та напрями, запроваджує моніторинг потенційних загроз національній безпеці України та заходи їх нейтралізації. Аналізуючи цей документ, відзначимо, що головними пріоритетами діяльності державного сектору визначено в тому числі фінансування:

- аграрного сектору з метою продовольчого забезпечення країни, включаючи проведення посівної компанії, у тому числі суміжних галузей, що забезпечують функціонування сільськогосподарських підприємств (постачальники палива, добрив, насіння, засобів захисту рослин тощо);
- підприємств (об'єктів) критичної інфраструктури;
- харчової промисловості, продуктового рітейлу та суміжних галузей, спрямованих на продовольче забезпечення населення.

Тобто на законодавчому рівні фактично проголошено чіткий вектор щодо належності/тотожності аграрного сектору як елемента критичної інфраструктури держави Україна. Принципово важливо, що цим розпорядженням також визначено всі ланки, які створюють єдиний ланцюг того, що в сумі складає безпосередньо аграрний сектор України — «суміжні галузі, що забезпечують функціонування сільськогосподарських підприємств». Таким чином, необхідне уточнення терміна «аграрний сектор України» як об'єкта аналізу.

Більш формалізовано, мовою математики, ми можемо визначити, що це — відкрита складна динамічна система, розподілених у просторі об'єктів, з випадковою зв'язністю і властивостями.

Відповідно до сучасного розуміння структури організаційно-економічного механізму екологічнобезпечного аграрного землекористування [3], це по суті є певним набором агроєкосистем (або складних ландшафтних комплексів —

СЛК [8]), які впорядковуються чотирма взаємопов'язаними інструментальними блоками: організаційним, економічним, регуляторним та землевпорядним.

При цьому постає важливість уточнення формалізації терміна «агроєкосистема». Агроєкосистема — різновид екосистеми, екологічна функціональна одиниця агросфери зі зміненням людиною біогеоценозом, основу якого становлять штучно створені біотичні спільноти на сільськогосподарських угіддях. Займаючи проміжне положення між природними і штучними екосистемами, агроєкосистема відрізняється гіршою саморегуляцією та меншим біорізноманіттям. Агроєкосистему розуміють як природничо-виробничу систему, створену з метою одержання якісної та безпечної сільськогосподарської продукції за рахунок використання відновлювальної *здатності енергетично-ресурсного потенціалу компонентів ландшафту*. Поліпшенню екологічної стабільності агроєкосистем та підвищенню їхньої здатності до саморегуляції сприяють збільшення біорізноманіття на сільськогосподарських угіддях, зменшення площ ріллі та збільшення відсотка екологічно стабільних угідь (ліси, сіножаті, пасовища) [9].

З огляду на *здатність енергетично-ресурсного потенціалу компонентів ландшафту*, можливість аналізу ситуації стає більш ефективною, при застосуванні системного підходу.

Керівний принцип просторово-часової організації ландшафтів полягає в розумінні того, що зовнішні та внутрішні чинники і, що принципово важливо, пов'язані з ними процеси різного масштабу та різної тривалості характеризуються певною якісною своєрідністю.

Результатом застосування системного підходу є висновок, що формування такої якісної своєрідності призводить до виникнення в агроєкосистемах, охоплених впливом цих факторів, нових якостей [10].

Цей перший проміжний висновок знадобиться нам надалі, як у процесі аналізу ризиків і загроз, так і для побудови більш коректних моделей розвитку, і для здійснення більш певного інвестиційного аналізу.

Тобто, іншими словами, у контексті зазначених інструментальних блоків: організаційного, економічного, регуляторного та землевпорядного, кожна окрема агроєкосистема сама по собі виступає в якості єдиного неподільного майнового комплексу.

Прикладами подібного роду (*класу об'єктів*) виступають багатоквартирні будинки, з приналежними їм земельними ділянками, гаражні/дачні/садові кооперативи або техно-



парки. Адже це не заперечує прав власників навіть при наявності декількох/багатьох співвласників (*юридичних або фізичних осіб*). Одночасно це відповідає чинному законодавству України [11]. Кожен із таких співвласників є повністю незалежним/суб'єктом власником своєї частини, але таким, який одночасно має певні обмеження/обтяження, які впливають із питань безпечного та належного збереження, утримання і експлуатації їх спільної власності, захисту та примноження її вартості.

У межах аналізу питання *економічного механізму* екологічнобезпечного навантаження агроєкосистем вважаємо доцільним зробити **деякі акценти** щодо специфіки реалізації майнових прав — прав власності стосовно єдиних (*неподільних*) майнових комплексів агроєкосистем.

Спочатку наголосимо, що головним суб'єктом правочину регулювання земельних відносин у земельпорядній частині має виступати певна місцева територіальна громада (ОТГ). Питання це — принципове! Оскільки воно знаходиться не тільки у сфері науки, екології, економіки, індустрії та бізнесу. Воно передусім знаходиться в площині соціальної: у ставленні до людей-працівників, у ставленні до їх сімей — до їх благополуччя, впевненості в майбутньому; в обов'язку забезпечення стійкості до викликів часу як самих ОТГ, так і моделей розвитку господарюючих на їх землях суб'єктів, а разом з тим — до держави Україна. Адже важко сперечатися з тим, що розвиток в образі майбутнього ми маємо розуміти в контексті: "людина — суспільство — держава".

По-друге, це врегулювання проблем власності/правочину щодо спільного неподільного майна, в реальній практиці управління, прийняття владно-розпорядчих рішень.

Кожен, хто має відповідний досвід науково-практичної чи адміністративно-управлінської діяльності, знає — це одне з найскладніших та спірних питань сучасної науки і практики правозастосування. А саме — як організувати використання спільних ресурсів таким чином, щоб уникнути надмірного споживання і зайвих адміністративних витрат. Якщо ресурси використовуються багатьма особами (*як юридичними, так і фізичними, враховуючи всі ланки аграрного сектору України*), тобто чітко визначених індивідуальних майнових прав на них немає, їх часто вважають придатними для експлуатації лише тоді, коли проблему надмірного споживання вирішують шляхом приватизації або застосовуючи зовнішній примус/регулювання.

Ми, в свою чергу, стверджуємо, що є також інші рішення. Цілковито можливо створити

стабільні інституції з метою моделювання, прогнозування, управління та моніторингу, якщо вирішити проблеми забезпечення, довіри та контролю [12].

Головна ідея в цьому сенсі, на наш погляд, полягає в тому, що всі актуальні проблеми побудови моделей розвитку та імплементації їх в умовах господарювання в межах реальних агроєкосистем — від захисту навколишнього середовища, функціонування фінансової системи та до соціальної нерівності — вимагають колективних, узгоджених дій, оскільки як сама агроєкосистема, так і місцева територіальна громада, і держава, і навіть наша планета, є априорі неподільними ресурсами, керувати якими можливо лише спільно, за допомогою пізнаваних і науково обґрунтованих алгоритмів. Ця тема, безумовно, варта і вимагає окремого, предметного детального професійного обговорення.

Її важливість впливає з того, що права власності/правочини впорядковуються чотирма взаємопов'язаними інструментальними блоками прийняття владно-розпорядчих рішень: організаційним, економічним, регуляторним та землепорядним. Вважаємо розуміння специфіки такої організації справ вкрай важливим. Адже, поряд зі зростанням взаємозалежності, як в аграрному секторі взагалі, так і в управлінні навантаженням окремих агроєкосистем зокрема, водночас стосовно тих же об'єктів відбувається їх неузгоджена дерегуляція і децентралізація. Це створює велику кількість виробників та постачальників послуг, які найчастіше приймають рішення щодо закупівлі, виробництва та іншої діяльності відповідно до ситуації на ринках, що складається в той чи інший момент. У цьому випадку відсутність взаємопов'язаних рішень може спричинити хибні кроки у взаємодії мереж виробництва, закупівлі та постачання, наприклад: внесення добрив чи засобів обробки ґрунту, вчасної доставки продовольства, енергії чи якісної води. У свою чергу, така ситуація може створити системні ризики та *каскадні екстремальні події*, які можуть спричинити значні глобальні втрати, ризики та загрози. При цьому пусковою подією може стати незначний збій у периферійній ланці системи. Прикладом таких збоїв виступають: відключення електричних мереж ("*power blackouts*"), фінансові чинники та корупційні ризики, стрибки цін на енергоносії, комунальні послуги, продовольство, наслідки військового стану тощо.

Окремо відзначимо технології прийняття рішень. Адже всі владно-розпорядчі рішення з управління агроєкосистемами/господарюючими суб'єктами приймаються на підставі результатів певного експертного оцінювання.

Проблема виявлення нових якостей агроєкосистем, які надають переваги/створюють ризики суб'єктам господарювання, є найсуттєвішим моментом задач такого експертного оцінювання. Слід зазначити, що інформація може бути як об'єктивною, тобто результатами вимірювання, так і одержаною від експертів. Остання, як правило, має евристичний характер [13]. Відповідно, ми маємо пам'ятати, що класифікація задач експертного оцінювання відбувається за наступними аспектами:

- за способами одержання та представлення експертної інформації;
- за формальною мовою, яка використовується для моделювання задач експертного оцінювання;
- за цілями, які поставлені перед експертами їх замовником — суб'єктом управління.

Тобто ми маємо розуміти, що у деяких випадках задачі експертного оцінювання, які безпосередньо впливають на прийняття владно-розпорядчих рішень, розглядаються в цілісному вигляді, а їх вибір та експертне оцінювання здійснюються без формального врахування їх властивостей.

**Другий проміжний висновок:** неврегульованість майнових стосунків/правочинів відносно загальної галузевої моделі функціонування аграрного сектору України створює системні ризики та підвищує вірогідність реалізації *каскадних екстремальних подій*, які в результаті цієї неврегульованості спричиняють значні глобальні втрати, ризики та загрози. Не тільки на рівні окремих агроєкосистем — на рівнях регіонів, держави, міждержавних відносин, тобто на рівнях: “людина — суспільство — держава”.

12 серпня 2022 року Міністерство аграрної політики та продовольства України запустило онлайн-платформу Державний аграрний реєстр (ДАР), яка тепер відкрита для реєстрації всіх українських аграріїв. ДАР (dar.gov.ua) — це єдиний цифровий хаб для агровиробників України. Платформа працює подібно до реєстрів сільгоспвиробників, які існують в усіх країнах — членах ЄС. Агровиробники, зареєстровані в ДАР, зможуть подати заявку на отримання державних субсидій, цільових, субсидованих кредитних програм, а також позик і технічної допомоги від ЄС та інших міжнародних донорів [14].

Отже, з огляду на зазначені проміжні висновки, слід проаналізувати ці нові підходи до прийняття владно-розпорядчих рішень у контексті *поняття безпеки та мінімізації ризиків* для аграрного сектору України як об'єкта критичної інфраструктури. Оскільки аграрний сектор України являє собою певну складну відкриту динамічну систему, приведемо визна-

чення, яке допоможе формалізувати проблему ризиків та загроз у контексті сталого соціального, економічного та екологічного розвитку: “Загальноприйнятним вважається підхід, заснований на побудові стохастичних моделей для пошуку рішень, *які будуть робастними* щодо можливих сценаріїв невизначеностей” [15].

Для аграрного сектору України як об'єкта критичної інфраструктури поняття *безпеки* визначається як можливість задовольнити потреби суспільства у продуктах харчування, енергії та води за стандартних вимог до їх якості та кількості в певному просторовому й часовому вимірі.

Традиційне моделювання передбачає, що рішення в одному з цих секторів приймаються за наявності необхідних ресурсів інших секторів. Глобальні зміни, що відбуваються в світі, які ми сьогодні спостерігаємо фактично щодня, збільшують взаємозалежності між агроєкосистемами, регіонами, країнами, їх безпечним забезпеченням та сталим станом довкілля. Це потребує скоординованих рішень та спільної узгодженої політики у відповідних секторах. У такому випадку інтегрований (комплексний) підхід до моделювання безпеки аграрного сектору наражається на численні суттєві особливості, зокрема “розумні ризики”, які потребують розвитку специфічних підходів задля їх мінімізації.

Більш глибока суто методологічна причина створюваних людиною екстремальних подій/ризиків часто полягає в намаганні застосувати прості моделі оцінки загроз, що базуються на середніх та агрегованих показниках, до складних систем, якою виступає в нашому випадку аграрний сектор. Детермінований підхід часто оцінює загрозу як подію, що не має відношення до найближчого часу. У дійсності кожна з таких подій може статися будь-коли. Так звана стандартна “анюалізація” очікуваних втрат, тобто їх рівномірний розподіл по всьому очікуваному інтервалу часу, легко доводить, що загрози не є суттєвими і можуть бути проігноровані. У реальності катастрофічні події виникають як згустки/стрибки втрат у просторі й часі, які можуть порушити рівновагу системи (*особливо складної динамічної системи*) на довгі роки. Це особливо стосується наявності каскадних подій, подібних до наслідків відключення електричних мереж.

Такі події, наприклад, можуть виникати як наслідок бажання оптимізувати/покращити режим навантаження (з метою збільшення *прибутку*) на виробництво в окремій агроєкосистемі — на одній із локальних, здавалося б, незалежних ділянок аграрного сектору. Але через мережеві залежності це може призвес-

ти до порушення режиму електропостачання/перегріву ліній передач інших ділянок, їх виходу з ладу, подальшого зростання режимів електропостачання на лініях, що залишилися, новим каскадним подіям і т.д.

Наведений приклад демонструє, що в умовах мережевої залежності покращення безпеки навіть однієї окремої агроєкосистеми, яке, на перший погляд, має суто локальний характер, у дійсності може викликати (*і часто викликає*) системні ризики роботи всього аграрного сектору. Тобто, робастні — рівностійкі до всіх можливих загроз оптимальні рішення, **мають базуватися на аналізі структури всієї мережі — усього аграрного сектору**. Це потребує аналізу досить різноманітних моделей і даних у просторі та часі, які існують зазвичай у досить обмеженому агрегованому вигляді, наприклад на агрегованому рівні окремої агроєкосистеми/господарства.

Відсутність таких підходів в Україні призводить, окрім інших ризиків, до створення великих, незалежних, чітко орієнтованих на ринок і прибуток аграрних підприємств, які виробляють продукцію низької глибини переробки, яка тим не менше користується значним попитом на міжнародних ринках.

Неврегульованість майнових стосунків/правочинів відносно загальної галузевої моделі функціонування аграрного сектору України в такому випадку ускладнює, а часто унеможливує застосування зовнішнього примусу в інтересах землевласника в особі ОТГ, або держави Україна, або відповідного належного державного регулювання. Це, в свою чергу, призводить, на жаль, до неконтрольованої інтенсифікації на базі таких агроєкосистем/господарств сільськогосподарського виробництва, незбалансованого використання земельних ресурсів, критичній деградації та забрудненню ґрунтів, поверхневих і ґрунтових вод важкими металами та іншими компонентами відходів, добривами та пестицидами. Фокусування таких підприємств на прибутку разом з тим несе в собі ризики соціального характеру: зниження оплати праці при ненормованому робочому часі, масова міграція сільського населення в міста, критично зростаюча депопуляція сільських місцевостей, зростання безробіття та бідності.

Наявність децентралізації та дерегулювання аграрного сектору, відповідно, потребує підходів, що базуються на державно-приватно-громадянському співробітництві, яке, в свою чергу, вимагає натомість специфічних моделей планування, що враховують нові типи невизначеностей, замість традиційних. Ці нові моделі планування мають ґрунтуватися на структурі мережі всього аграрного сектору. Оцінка необ-

хідних даних — у вигляді високоякісних (*не агрегованих*) даних, у т.ч. структурованих: докладних, деталізованих, свіжих даних, що регулярно оновлюються, з якісними метаданими, описами тощо; починаючи з локальних рівнів окремих агроєкосистем; має відбуватися в таких моделях з використанням усієї доступної інформації, в тому числі для вирішення своєрідних зворотних задач із урахуванням наявних невизначеностей.

Шляхи унеможливлення чи мінімізації зазначених вище проблем, ризиків та загроз пролягають, на нашу думку, саме в площині формалізації набуття агроєкосистемами, господарюючими в їх межах суб'єктами та всіма представниками аграрного сектору загалом статусу "об'єктів критичної інфраструктури". Наголошуємо, що це має відбуватися не тільки на рівні декларування. Адже станом на сьогодні всі виробники продовольства начебто включені до об'єктів критичної інфраструктури [16] як такі, що є стратегічно важливими для функціонування економіки і безпеки держави, суспільства та населення, виведення з ладу або руйнування яких може мати вплив на національну безпеку і оборону, природне середовище, призвести до значних матеріальних та фінансових збитків, людських жертв.

Крім того, Закон "Про основні засади забезпечення кібербезпеки України" [17] формулює додаткове визначення "критично важливі об'єкти інфраструктури", визначаючи їх як юридичні особи, діяльність яких безпосередньо пов'язана з технологічними процесами та/або наданням послуг, що мають велике значення для економіки та промисловості, функціонування суспільства та безпеки населення, виведення з ладу або порушення функціонування яких може справити негативний вплив на стан національної безпеки і оборони України, навколишнього природного середовища, заподіяти майнову шкоду та/або становити загрозу для життя і здоров'я людей.

Але, як бачимо, це не вирішує нагальних проблем. За великим рахунком, це просто не працює. Натомість ми ведемо мову про те, що статус "об'єкта критичної інфраструктури" для всіх без винятку ланок аграрного сектору України має впровадити на них належним чином ті режимні вимоги, обмеження, обтяження та зобов'язання, які визначені Законом України "Про критичну інфраструктуру" від 18.01.2022 року [18]. Зокрема, для цілей узгодження дій суб'єктів національної системи захисту критичної інфраструктури зобов'язати керівництво суб'єктів аграрного сектору включити належним чином підпорядковані їм юридичні особи до Реєстру об'єктів критичної інфраструкту-



ри. Відповідно, потрібно вирішити питання з державним реєстратором щодо полегшення та спрощення цієї процедури, але тільки в межах, які гарантують надійне протікання процесу реєстрації. З метою проведення аналізу можливих основних загроз та потенційних негативних наслідків для кожного окремого об'єкту аграрного сектору, для запобігання та попередження виникнення таких загроз для об'єкта критичної інфраструктури *оператори об'єктів критичної інфраструктури* мають підготувати і подати на погодження до відповідних секторальних органів у сфері захисту критичної інфраструктури, відповідного функціонального органу *паспорт безпеки* на кожний об'єкт критичної інфраструктури.

Звісно, навіть вчинення таких дій не вирішить усіх питань і не скасує всіх ризиків та загроз сьогодення, а тим більше на перспективу. Але на прикладі інших об'єктів критичної інфраструктури, які належним чином пройшли процедуру ідентифікації в якості об'єкта критичної інфраструктури, здійснили процедуру віднесення юридичної особи до певної категорії об'єкта критичної інфраструктури (*як, наприклад, об'єкти енергетики, транспорту тощо*), навіть за умов військового стану виявляється можливим значною мірою запобігати виникненню ризиків та загроз чи принаймні їх мінімізувати.

## ВИСНОВКИ

Узагальнюючи аналіз стану аграрного сектору України, його фактичну належність до категорії “об'єкти критичної інфраструктури”, зазначимо:

- у сучасних умовах аграрний сектор України як складна розподілена динамічна система потребує відповідних інструментів моделювання у вигляді наукового та юридичного забезпечення прийняття владно-розпорядчих рішень суб'єктами управління відносно певних об'єктів — агроєкосистем/господарств, які їм підпорядковані. Рівень прийняття рішень

цими суб'єктами управління має відповідати складності об'єктів управління та процесів, які в них та між ними відбуваються [19];

- якісний достовірний процес управління агроєкосистемами та аграрним сектором України загалом потребує створення відповідних сучасних інформаційних ресурсів і нових математичних моделей — систем підтримки прийняття рішень керівниками всіх рівнів, які забезпечать реалізацію процесу управління належним чином, враховуючи, що він впорядковується чотирма взаємопов'язаними інструментальними блоками: організаційним, економічним, регуляторним та земельпорядним. Результатом впровадження такого підходу до розроблення інформаційних систем ми бачимо підвищення якості управління процесами — від науково-практичних розробок та проектування, включно з інвестаналізом та екологічнобезпечним землекористуванням, до вчасної надійної поставки якісної продукції кінцевому споживачу;
- забезпечення стану безпеки аграрного сектору України як об'єкта критичної інфраструктури належним чином, як однієї з провідних галузей національного господарства, вимагає розроблення та імплементації в господарюючих суб'єктах (*як база побудови інформаційних систем підтримки прийняття рішень*) нових математичних моделей управління агроєкосистемами, продовольчими, енергетичними та водними ресурсами в умовах підвищеної невизначеності та ризиків. Оскільки ця робота має міждисциплінарний характер, висловлюємо рекомендацію щодо створення відповідної робочої групи на базі Інституту агроєкології і природокористування НААН.

Вважаємо, що за наявності децентралізації саме реалізація такої моделі призведе до довгострокової стратегічної максимізації функції добробуту місцевих громад, суспільства, держави замість нестійких моделей ігрового типу, які здебільшого базуються на моментальних ринкових ситуаціях.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Волошанюк Н.В. Сьомка А.К. Аграрний сектор України: тенденції, суб'єкти, перспективи реформування. *Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія: Міжнародні економічні відносини та світове господарство*. 2017. Вип. 13 (1). С. 45–49. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvushnevsg\\_2017\\_13\(1\)\\_12](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvushnevsg_2017_13(1)_12) (дата звернення: 10.06.2022 р.).
2. Міщенко Д. А. Основні напрями державного регулювання аграрного сектора економіки України. *Інвестиції: практика та досвід*. 2011. № 19. С. 115–117. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/ipd\\_2011\\_19\\_31](http://nbuv.gov.ua/UJRN/ipd_2011_19_31) (дата звернення: 09.06.2022 р.).
3. European Programme for Critical Infrastructure Protection (EPCIP) <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=LEGISSUM:l33260> (дата звернення: 18.06.2022 р.).
4. European Council Directive 2008/114/EC of 8 December 2008 on the identification and designation of European critical infrastructures and the assessment of the need to improve their protection. <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:345:0075:0082:EN:PDF> (дата звернення: 18.06.2022 р.).

5. Купріянич І.П. Науково-методологічні засади формування екологобезпечних аграрних землеволодінь і землекористувань: дис. ... доктора економічних наук: 08.00.06. Київ, 2020. 439 с.
6. В'юн Н.І. Особливості моделювання еколого-економічного розвитку агроєкосистем. URL: [http://base.dnsgb.com.ua/files/journal/Visnyk-agrarnoi-nauky-Pruchornomorja/VANP2002/VANP2002-6\(20\)/VANP2002-6\(20\)\\_47-54.pdf](http://base.dnsgb.com.ua/files/journal/Visnyk-agrarnoi-nauky-Pruchornomorja/VANP2002/VANP2002-6(20)/VANP2002-6(20)_47-54.pdf) (дата звернення: 19.06.2022 р.).
7. Корнійчук М., Совтус І. Складні системи з випадковою зв'язністю: ймовірнісне моделювання та оптимізація. Монографія. К.: КНЕУ, 2003. 374 с.
8. Герус У., Паславський М., Характеристика небезпек для складних ландшафтних комплексів. *Сталий розвиток — стан та перспективи*: матеріали II Міжнародного наукового симпозиуму SDEV'2020 (Львів, 12–15.02.2020 р.). Львів, 2020. 1 електронний оптичний диск (DVD). С. 32.
9. Словник-довідник з екології: навчально-методичний посібник / О.Г. Лановенко, О.О. Остапішина. Херсон: ПП Вишемирський В.С., 2013. 226 с. URL: <https://web.archive.org/web/20180619190047/http://ekhsuir.kspu.edu/bitstream/123456789/1563/1/%D0%A1%D0%9B%D0%9E%D0%92%D0%9D%D0%98%D0%9A%20%E2%80%93%D0%94%D0%9E%D0%92%D0%86%D0%94%D0%9D%D0%98%D0%9A.pdf> (дата звернення: 20.06.2022 р.).
10. Сонцев В.Н. Принципи організації геосистем. Механізми устойчивости геосистем. М.: Наука, 1992. 208 с.
11. Цивільний кодекс України. Стаття 191. Підприємство як єдиний майновий комплекс. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/435-15#Text> (дата звернення: 24.06.2022 р.).
12. Элиностр Остром. Управление общим. Эволюция институций коллективного действия; К., 2013. 400 с. URL: [https://batrachos.com/sites/default/files/pictures/Books/Ostrom\\_2013\\_Upravlenie%20obshim\\_Evoluciya%20institucij%20kollektivnogo%20dejstviya.pdf](https://batrachos.com/sites/default/files/pictures/Books/Ostrom_2013_Upravlenie%20obshim_Evoluciya%20institucij%20kollektivnogo%20dejstviya.pdf) (дата звернення: 24.06.2022 р.).
13. Гнатієнко Г.М. Алгоритми обробки експертної інформації в задачах ранжування та їх застосування: дис. ... канд. техн. наук: 05.13.16. К., 1994. 133 с.
14. ДАР створений на виконання Закону України “Про внесення змін до деяких законів України щодо функціонування Державного аграрного реєстру та удосконалення державної підтримки виробників сільськогосподарської продукції”, постанови Кабінету міністрів України № 573 від 02.06.2021 “Про функціонування Державного аграрного реєстру”. URL: <https://koda.gov.ua/za-spruyannya-ues-ukrayina-zapustyla-derzhavnyj-agrarnyj-reyestr-onlajn-platformu-dlya-pidtrymky-fermeriv/> (дата звернення: 24.06.2022 р.).
15. Комплексне моделювання управління безпечним використанням продовольчих, водних і енергетичних ресурсів з метою сталого соціального, економічного і екологічного розвитку / за ред. Загороднього А.Г., Єрмольєва Ю.М. Київ, 2013. 356 с.
16. Порядок формування переліку інформаційно-телекомунікаційних систем об'єктів критичної інфраструктури держави. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/563-2016-%D0%BF/paran17#n17> (дата звернення: 25.06.2022 р.).
17. Про основні засади забезпечення кібербезпеки України: Закон України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2163-19> (дата звернення: 27.06.2022 р.).
18. Про критичну інфраструктуру: Закон України від 18.01.2022 року. URL: <https://ispn.kievcity.gov.ua/HelpInfo/News/NewsOne.aspx?ID=329> (дата звернення: 04.06.2022 р.).
19. Сердюцкая Л.Ф. Математическое моделирование техногенных нагрузок на экологические системы: дис. ... доктора технических наук. Киев, 2004. 410 с.

## WAYS OF MODELING THE AGRICULTURAL SECTOR AS A COMPLEX OBJECT OF CRITICAL INFRASTRUCTURE

**Ilienko T.**

Candidate of Agricultural Sciences  
Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS (Kyiv, Ukraine)  
e-mail: [tilienko@gmail.com](mailto:tilienko@gmail.com); ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5406-5449>

**Hurieiev V.**

Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician of ATSU  
Harbin Polytechnic University (Harbin City, China)  
e-mail: [viktor.gurieiev@infotec.ua](mailto:viktor.gurieiev@infotec.ua);  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8496-3626>

Chernenko O.  
Public Union “GIS-Association of Ukraine” (Kyiv, Ukraine)  
e-mail: [oleksii.chernenko@infotec.ua](mailto:oleksii.chernenko@infotec.ua)

*The purpose of the research of the scientific work is to clarify issues related to the ways and problems of building models of sustainable development of the agricultural sector in modern conditions. By clarifying the conceptual apparatus and terminology of the subject field, the relationship between the current legal base, the real state of affairs and ways of building models of agroecosystem development in the context of understanding the conceptual unity: “man — society — state” is established. Based on the analysis of the legislation of Ukraine,*



it is proved that the agricultural sector belongs to the category of critical infrastructure objects. With the help of system analysis, the formation of the qualitative distinctiveness of agroecosystems and the importance of these factors for building development models are demonstrated. A detailed analysis of current risks, the existing methodology of their assessment was carried out and a conclusion was given — the acquisition of the status of a properly designed critical infrastructure facility can minimize the risks of the load on agro-ecosystems to an acceptable level. Based on the generalization of the considered material, the conclusions provide practical recommendations for building models of agroecosystem development on the basis of ecologically safe agricultural land use.

**Keywords:** Agricultural sector, agroecosystem development modeling, complex facilities, critical infrastructure, agroecosystem, risk analysis, ecologically safe agricultural land use.

## REFERENCES

1. Voloshaniuk, N.V. Somka, A.K. (2017). Ahrarnyi sektor Ukrainy: tendentsii, subiekty, perspektyvy reformuvannia [The agricultural sector of Ukraine: trends, subjects, prospects for reform]. *Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho natsionalnoho universytetu Serii: Mizhnarodni ekonomichni vidnosyny ta svitove hospodarstvo — Scientific Bulletin of the Uzhhorod National University. Series: International economic relations and the world economy*, 13 (1), 45–49. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvuumeveg\\_2017\\_13\(1\)\\_12](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvuumeveg_2017_13(1)_12) [in Ukrainian].
2. Mishchenko, D. A. (2011). Osnovni napriamy derzhavnoho rehuliuвання аhrарноho sektora ekonomiky Ukrainy [The main directions of state regulation of the agrarian sector of the economy of Ukraine]. *Investytsii: praktyka ta dosvid — Investments: practice and experience*, 19, 115–117. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/ipd\\_2011\\_19\\_31](http://nbuv.gov.ua/UJRN/ipd_2011_19_31) [in Ukrainian].
3. European Programme for Critical Infrastructure Protection (EPCIP). URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=LEGISSUM:l33260> [in English].
4. European Council Directive 2008/114/EC of 8 December 2008 on the identification and designation of European critical infrastructures and the assessment of the need to improve their protection. URL: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:345:0075:0082:EN:PDF> [in English].
5. Kupriianchuk, I.P. (2020). Naukovo-metodolohichni zasady formuvannia ekolohobezpechnykh аhrарnykh zemlevolodin i zemlekorystuvan [Scientific and methodological principles of the formation of ecologically safe agrarian land ownership and land use]. *Doctor's thesis*. Kyiv [in Ukrainian].
6. Viun, N.I. (2002). Osoblyvosti modeliuвання ekoloho-ekonomichnoho rozvytku аhrароekosystem. [Features of modeling the ecological and economic development of agroecosystems]. *Visnyk аhrарnoi nauky Prychornomorja — Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science*, 6 (20). URL: [http://base.dnsgb.com.ua/files/journal/Visnyk-аhrарnoi-nauky-Prychornomorja/VANP2002/VANP2002-6\(20\)/VANP2002-6\(20\)\\_47-54.pdf](http://base.dnsgb.com.ua/files/journal/Visnyk-аhrарnoi-nauky-Prychornomorja/VANP2002/VANP2002-6(20)/VANP2002-6(20)_47-54.pdf) [in Ukrainian].
7. Korniihuk, M. & Sovtus, I. (2003). *Skladni systemy z vypadkovoю zviaznistiu: ymovirnisne modeliuвання ta оptymizatsiia. Monohrafiia [Complex systems with random connectivity: probabilistic modeling and optimization. Monograph]*. Kyiv: KNEU [in Ukrainian].
8. Herus, U. & Paslavskiy, M. (2020). Kharakterystyka nebezpek dlia skladnykh landshaftnykh kompleksiv [Characteristics of hazards for complex landscape complexes]. *Stalyi rozvytok — stan ta perspektyvy: materialy II Mizhnarodnoho naukovoho sympoziumu SDEV'2020 [Sustainable development — state and prospects: materials of the II International Scientific Symposium SDEV'2020]* (p. 32). Lviv: 1 electronic optical disk (DVD) [in Ukrainian].
9. Lanovenko, O.G. & Ostapishyna O.O. (2013). *Slovnyk-dovidnyk z ekolohii [Dictionary-guide to ecology]*. Kherson: PP Vyshemirskiy V.S. URL: <https://web.archive.org/web/20180619190047/http://ekhsuir.kspu.edu/bitstream/123456789/1563/1/%D0%A1%D0%9B%D0%9E%D0%92%D0%9D%D0%98%D0%9A%20%20%D0%93%D0%94%D0%9E%D0%92%D0%86%D0%94%D0%9D%D0%98%D0%9A.pdf> [in Ukrainian].
10. Sontsev, V.N. (1992). *Printsyp organizatsii geosistem. Mekhanizmy ustoychivosti geosistem. [The principle of organization of geosystems. Mechanisms of stability of geosystems]*. Moscow: Nauka [in Russian].
11. Tsyvilnyi kodeks Ukrainy. St. 191. Pidpryemstvo yak yedyny maynovyy kompleks [Civil Code of Ukraine. Art. 191. Enterprise as a single property complex]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/435-15#Text> [in Ukrainian].
12. Ostrom, E. (2013). *Upravleniye obshchim. Evolyutsiya institutsiy kollektivnogo deystviya [General management. Evolution of institutions of collective action]*. Kiev. URL: [https://batrachos.com/sites/default/files/pictures/Books/Ostrom\\_2013\\_Upravlenie%20obshim\\_Evolyuciya%20institutij%20kollektivnogo%20deystviya.pdf](https://batrachos.com/sites/default/files/pictures/Books/Ostrom_2013_Upravlenie%20obshim_Evolyuciya%20institutij%20kollektivnogo%20deystviya.pdf) [in Russian].
13. Hnatiienko, H.M. (1994). Alhorytmy obrobky ekspertnoi informatsii v zadachakh ranzhuvannia ta yikh zastosuvannia [Algorithms for the processing of expert information in the problems of ranking and sizing]. *Candidate's thesis*. Kyiv [in Ukrainian].
14. DAR stvorenyi na vykonannia Zakonu Ukrainy “Pro vnesennia zmin do deiakykh zakoniv Ukrainy shchodo funktsionuvannia Derzhavnoho аhrарноho reiestru ta udoskonalennia derzhavnoi pidtrymky vyrobnykiv silskohospodarskoi produktsii”, postanovy Kabinetu ministriv Ukrainy №573 vid 02.06.2021 “Pro funktsionuvannia Derzhavnoho аhrарноho reiestru” [DAR was created to implement the Law of

Ukraine “On Amendments to Certain Laws of Ukraine Regarding the Functioning of the State Agrarian Register and Improvement of State Support to Producers of Agricultural Products”, Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine No. 573 dated June 2, 2021 “On the Functioning of the State Agrarian Register”]. (2021). URL: <https://koda.gov.ua/za-spryyannya-yes-ukrayina-zapustylya-derzhavnyj-agrarnyj-reyestr-onlajn-platfomu-dlya-pidtrymky-fermeriv/> [in Ukrainian].

15. Zagorodnyi, A.H. & Yermoliev, Yu. M. (Eds.). (2013). *Kompleksne modeliuвання upravlinnia bezpechnym vykorystanniam prodovolchych, vodnykh i enerhetychnykh resursiv z metoiu staloho sotsialnoho, ekonomichnoho i ekolohichnoho rozvytku [Integrated modeling of food, energy and water security management for sustainable social, economic and environmental developments]*. Kyiv [in Ukrainian].
16. Poriadok formuvannya pereliku informatsiino-telekomunikatsiinykh system obiektiv krytychnoi infrastruktury derzhavy [The procedure for forming the list of information and telecommunication systems of critical state infrastructure objects]. (2016). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/563-2016-%D0%BF/paran17#n17> [in Ukrainian].
17. Pro osnovni zasady zabezpechennya kiberbezpeky Ukrayiny: Zakon Ukrainy vid 5 zhovtnya 2017 r. [On the main principles of ensuring cyber security of Ukraine: Law of Ukraine dated October 5, 2017]. (2017). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2163-19> [in Ukrainian].
18. Pro krytychnu infrastrukturu: Zakon Ukrayiny vid 18 sichnya 2022 r. [On critical infrastructure: Law of Ukraine dated January 18, 2022]. (2022). URL: <https://ispn.kievcity.gov.ua/HelpInfo/News/NewsOne.aspx?ID=329> [in Ukrainian].
19. Serdyutskaya, L.F. (2004). Matematicheskoye modelirovaniye tekhnogennykh nagruzok na ekologicheskiye sistemy [Mathematical modeling of technogenic loads on ecological systems]. *Doctor's thesis*. Kiev [in Russian].

### ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

**Ільєнко Тетяна Володимирівна**, кандидат сільськогосподарських наук, завідувач лабораторії аерокосмічного зондування агросфери, Інститут агроєкології і природокористування НААН (вул. Метрологічна, 12, м. Київ, 03143, Україна; e-mail: [tilienko@gmail.com](mailto:tilienko@gmail.com), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5406-5449>)

**Гурєєв Віктор Олександрович**, доктор технічних наук, професор, академік Академії технологічних наук України, Харбінський політехнічний університет (вул. Хідачі, 92, район Нанган, м. Харбін, 150001, КНР; e-mail: [viktor.gurieiev@infotec.ua](mailto:viktor.gurieiev@infotec.ua); ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8496-3626>)

**Черненко Олексій Євгенович**, віце-президент, Громадська спілка “ГІС-Асоціація України” (пр-т Ак. Глушкова, 40, м. Київ, 03680, Україна; e-mail: [oleksii.chernenko@infotec.ua](mailto:oleksii.chernenko@infotec.ua))

## Новини

### Новини

## Новини • Новини • Новини

За час повномасштабної війни лісівники України висадили понад 100 мільйонів дерев. Лідерами за кількістю нових насаджень є Рівненська та Житомирська області. Під час війни підприємства Держлісагентства висадили 103,2 млн деревна площі 15184,6 га. Зазначається, що засаджена площа 471,5 га — це нові ліси, а 1236,4 га засаджено для сприяння природному поновленню — введення порід, яких не вистачає. Про це повідомляє пресслужба Державного агентства лісових ресурсів України.