

УДК 52.92;332.14

П. СУХИЙ<sup>1</sup>, І. ТРЕВОГО<sup>2</sup>, Х. БУРШТИНСЬКА<sup>2</sup>, В. САБАДАШ<sup>1</sup>, К. ДАРЧУК<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Чернівецький національний університет ім. Ю. Федьковича, вул. Коцюбинського, 2, Чернівці, 58012, Україна, e-mail: p.sukhyj@chnu.edu.ua, +380506604183

<sup>2</sup> Національний університет "Львівська політехніка", вул. С. Бандери, 12, Львів, 79013, Україна, e-mail: itrevoho@gmail.com, +380322-58-27-19

## НОВАЦІЇ У ГЕОДЕЗИЧНО-КАРТОГРАФІЧНІЙ ТА ЗЕМЕЛЬНО-КАДАСТРОВІЙ ДІЯЛЬНОСТІ Й УДОСКОНАЛЕННЯ ЗМІСТУ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ З ГЕОДЕЗІЇ ТА ЗЕМЛЕУСТРОЮ

Починаючи з 80-х років минулого століття особливо стрімко розвиваються технічні напрями, які ґрунтуються на використанні високоточних наземних приладів, систем аерокосмічного базування та слугують для отримання інформації про земну поверхню, навколосемний простір, вивчення різноманітних процесів і явищ живої чи неживої природи. Методи опрацювання цієї інформації на підставі сучасних технологій геодезії і картографії та споріднених з ними: інженерної геодезії, супутникової геодезії, дистанційного зондування, фотограмметрії, кадастру територій, оцінки землі та нерухомості – відрізняються як різними теоретичними підходами, так і засадами практичної реалізації. Проблемами стають автоматичне зберігання, перетворення і використання гігантських за масштабами обсягів інформації під час розв'язання сучасних теоретичних та тематичних завдань. В запропонованій статті висвітлено найновіші досягнення, які стали здобутком вказаних галузей, якими вже користуються і до розроблення яких причетні передові світові фірми та корпорації. У багатьох університетах світу з'являються праці науковців, у яких аналізують сферу сучасних знань, пов'язаних із геодезією та землеустроєм. У статті відзначено стрімкі технологічні зміни у сфері геодезично-картографічної та земельно-кадастрової діяльності, які відбулися протягом останніх десятиріч, що істотно впливають на характер та зміст робіт, які виконуватимуть майбутні фахівці у галузі геодезії та землеустрою. Розглянуто напрями розвитку геодезичної та землепорядної освіти стосовно потреб вітчизняного та світового ринків інженерних послуг.

*Ключові слова:* геоінформаційні системи; геодезія; дистанційне зондування; землеустрій; вища освіта; картографія; кадастр; оцінка нерухомості.

### Постановка проблеми

В останні десятиріччя у світі відбувається надзвичайно інтенсивний розвиток нових технологій отримання інформації про просторові характеристики об'єктів на поверхні Землі, зокрема засобами дистанційного зондування, супутникової навігації, геоінформаційного моделювання, штучного інтелекту тощо. Суцільна інформатизація охопила сфери геодезії, кадастрово-реєстраційної діяльності, землеустрою та оцінки нерухомості. Наслідком цієї "науково-технічної революції" стають, з-поміж іншого, разючі зміни на ринку праці, адже інженерні навички та вміння геодезистів, землепорядників, фотограмметристів, картографів потребують реальних змін.

Нині одним із напрямів окреслення перспектив розвитку геодезії та землеустрою може стати комплексний аналіз програмних та робочих документів провідних фахових міжнародних інституцій, таких як асоціація Euro Geographics, Рада європейських геодезистів-вишукувачів (Council of European Geodetic Surveyors), Європейська асоціація земельних реєстрів (European Land Registry Association), організація Euro SDR, Асоціація географічних лабораторій Європи (Association of

Geographic Laboratories in Europe), Міжнародна картографічна асоціація (International Cartographic Association), Міжнародне товариство фотограмметрії та дистанційного зондування (International Society for Photogrammetry and Remote Sensing), Відкритий геопросторовий консорціум (Open Geospatial Consortium), UVS International, Агентство передових оборонних дослідницьких проєктів США (DARPA) тощо. Безсумнівний інтерес становлять також стратегічні оцінки, що надають компанії-постачальники передових технічних рішень для геодезичних вишукувань, дистанційного зондування Землі, геоінформаційних систем, такі як Esri, Autodesk, Bentley Systems, ENVI, Leica Geosystems, Hexagon Geospatial, Google тощо. Важливу роль у топографо-геодезичній діяльності та супутніх дисциплінах також відіграватиме подальший розвиток військових та цивільних супутникових навігаційних систем Navstar GPS, ГЛОНАСС, Galileo, BeiDou, NAVIC та інших.

*Мета статті:* здійснити спробу комплексного узагальнення та аналізу глобальних трендів і перспектив розвитку геодезично-картографічної, кадастрово-реєстраційної та оціночної діяльності, а також визначення на цій основі напрямів адаптації змісту

геодезичної та землепорядної освіти до потреб національного та світового ринків інженерних послуг.

### Виклад основного матеріалу

На думку одного із провідних футурологів світу, проф. Мітіо Каку, аби домогтися реального успіху в майбутньому, потрібно розвивати ті здібності, які недоступні роботам: креативність, уяву, ініціативу, лідерські якості. Суспільство поступово переходить від товарної економіки до інтелектуально-творчої. Набагато більше шансів на успіх у тих країн, які зможуть збалансувати товарні ринки і когнітивно-креативний потенціал. А нації, які покладаються на аграрне виробництво, не прогресуватимуть і приречені лише існувати.

Розмірковуючи про майбутнє геодезично-картографічної та землепорядної галузі, необхідно чітко усвідомлювати кілька важливих трендів:

1. Уже сьогодні очевидно, що практика майбутнього потребуватиме роботизованих та безпілотних систем ДЗЗ, програмного забезпечення на основі технологій штучного інтелекту. Безперечно також, що технології точного позиціонування на основі супутникових радіонавігаційних систем масовіше застосовуватимуться у виробничій та соціальній інфраструктурі, військовій справі та транспорті, ніж в умовах сьогодення.

2. Нині “сучасний вітчизняний землеустрій” переважно являє собою комбінацію доволі архаїчних правил та почасти спрощених процедур, які супроводжують оформлення прав на земельні ділянки, і, відверто кажучи, не надто цікаві закордонним фахівцям. На жаль, найпотрібніша функція землепорядника в Україні – це зовсім не високотехнологічні інженерні роботи та інтелектуальне проектування, а комерційне посередництво між особами, які прагнуть отримати права на земельні ділянки, та фахівцями різноманітних дозвільних та розпорядчих органів і служб.

3. Очевидно, що частина здобувачів першого (бакалаврського) та другого (магістерського) рівнів вищої освіти спеціальності “Геодезія та землеустрій”, що навчаються за окремими освітньо-професійними програмами, взагалі не братимуть участь у складанні землепорядної документації, адже земельна реформа в Україні на етапі завершення, а кількість робочих місць на ринку праці у галузі доволі обмежена. Якщо вітчизняний фахівець захоче працювати інженером-землепорядником за кордоном, він може зіткнутися із тим, що набутих в Україні професійних знань та навичок недостатньо.

4. Робота за спеціальністю для більшості майбутніх випускників стосуватиметься, у кращому випадку, оброблення геоданих або обслуговування окремих секторів ринку нерухомості. Зауважимо, що національні кордони на ринку праці чимдалі зникатимуть, а глобалізація, безумовно, зачепить і землеустрій.

На основі професійних компетентностей, зазначених у стандарті вищої освіти зі спеціальності 193 “Геодезія та землеустрій” для першого (бакалаврського) рівня вищої освіти, заклади вищої освіти здійснюють фахову підготовку під час розроблення освітньо-професійних програм у частині геодезичних дисциплін, що передбачає вивчення геодезії, інженерної геодезії, супутникової геодезії, фотограмметрії та ДЗЗ, математичної обробки геодезичних вимірів, картографії, геодезичних робіт, електронних вимірювальних приладів та GPS-технологій, радіоелектроніки, територіального проектування та районного планування, проведення навчальних та виробничих практик.

У циклі вибіркових компонент важливі й актуальні в умовах сьогодення такі дисципліни, як: комп’ютерна графіка, технологія і автоматизація обробки топографічних даних, інформаційні технології в геодезії та землеустрою, WEB та геоінформаційне картографування, сучасні технології інженерно-геодезичного проектування.

Під час підготовки майбутніх землепорядників важливим є вивчення таких дисциплін, як: основи землеустрою та кадастру, ГІС і бази даних, державний земельний міський кадастр і землепорядне проектування, оцінка землі та нерухомого майна, геологія та геоморфологія з основами ґрунтознавства, кадастру природних ресурсів, стандартизація та нормування в землеустрої, кадастр населених пунктів тощо.

Із урахуванням змісту підготовки здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти у навчальних планах варто передбачити вивчення таких дисциплін, як методологія, організація та інформаційні технології в наукових дослідженнях, сфероїдна геодезія та геодезична астрономія, геодезична гравіметрія, високоточні інженерно-геодезичні вимірювання, САПР у геодезії, ліцензування та патентування діяльності та інші.

Зважаючи на вищевикладене, спробуємо змоделювати головні тренди розвитку геодезії та картографії, землеустрою, геоінформатики, дистанційного зондування, кадастрово-реєстраційної та оцінної діяльності, а також управління у галузі земельних відносин, які зумовлюють напрями модернізації геодезичної та землепорядної освіти.

• **Геодезія.** Будівництво, транспорт, сільське господарство, природоохоронна діяльність, державне управління та військова сфера і надалі вимагатимуть від геодезичної галузі забезпечення надійного і точного встановлення глобальних, регіональних та локальних тривимірних положень різноманітних об’єктів, визначення літо- та гідросфери Землі, земного гравітаційного поля тощо.

Суспільство потребуватиме малозатратного, надійного та швидкого, високоточного позиціонування у реальному часі з добре визначеними датами та мінімальними обмеженнями.

Зазначимо, що своєрідну революцію у геодезично-картографічній діяльності в останні десятиріччя зумовили чотири інноваційні технології: супутникові радіонавігаційні системи (GNSS), радіолокація, лазерне 3D-сканування та оперативне картографування із використанням безпілотних літальних апаратів (БПЛА). Очевидно, що саме ці технології й надалі справлятимуть визначальний вплив на розвиток галузі в осяжній перспективі.

Саме завдяки технології GNSS позиціонування стало дешевим, масовим та швидким. Традиційні теодолітні знімання та тахеометрія, очевидно, у найближчі роки відійдуть в історію.

#### • Дистанційне зондування Землі та фотограмметрія

**Літальні апарати.** Дистанційне зондування Землі потужно розвивалось, починаючи з 70–80-х років минулого століття. У 1972 р. запущено американський супутник, на якому було встановлено знімальну апаратуру нового зразка – оптико-електронну. У 2021 р., за даними ООН, в навколосемному повітряному просторі на низьких орбітах налічувалось близько 1400 різних супутників. Загалом потреба ринку у космічних апаратах ДЗЗ із бортовою апаратурою високого і надвисокого розрізнення постійно зростає, цей сектор і надалі динамічно розвиватиметься. Потреби світового ринку оцінюють так: 65 % з розрізненням, меншим за 1 м; 25 % – 1 м; 7 % – 2–3 м; 3 % – понад 5 м.

Не можемо оминати справжнього, цілком виправданого в останні десятиріччя буму знімання з БПЛА, яке для виконання багатьох тематичних завдань цивільної та військової практик доцільне і має очевидні переваги, однак не для всіх завдань. Маємо на увазі насамперед об'єкт знімання, для прикладу, басейн річки Тиси, стан земель конкретної територіальної громади, знеліснення Карпат тощо. Отже, конкретні дослідження – від загальних глобальних до часткових, детальних, на кожному етапі потребують чітких структурних схем, пов'язаних із вибором вхідних матеріалів (космічних зображень різного розрізнення чи отриманих з БПЛА), розрахунку необхідних точностей, технології опрацювання матеріалів і висновків. На нашу думку, для розв'язання різноманітних тематичних завдань із використанням матеріалів ДЗЗ застосовуватимуть як космічні зображення різного розрізнення, так і зображення, отримані з БПЛА.

У найближчі десятиліття відбуватимуться знімання, скеровані на дослідження природних багатств Світового океану, оскільки водна оболонка планети займає 71 % поверхні земної кулі. В океані зосереджені значні біологічні й геологічні ресурси, у межах шельфу виявлено родовища нафти, газу, титану, заліза, вугілля, розсипи олова, ільменіту тощо. За матеріалами ДЗ досліджують циркуляцію, радіаційний та тепловий баланс

морської поверхні, вивчають фізичні й хімічні властивості океану, склад води, солоність, забруднювачів морських акваторій. Для розв'язання цих завдань використовують велику кількість сенсорів, встановлених на різних супутниках. Виділяється спостереження і прогнозування небезпечних явищ і процесів та змін клімату, чим доведеться займатись майбутнім фахівцям.

Не зупиняючись на засадах традиційного знімання за допомогою супутників дистанційного зондування низької, середньої та високої розрізненості, що достатньо детально розглянуто в спеціальній літературі, звернемо увагу на використання сузір'я супутників малих габаритів з метою підвищення точності результатів. Така практика стосувалась супутників COSMOSkyMed, обладнаних інтерференційними радіолокаційними системами.

Сьогодні стрімко розвивається напрям, пов'язаний із використанням для космічного знімання великої кількості супутників малих габаритів, призначених для планування місії PlanetLabs (PL). PL – це стартап, який створили працівники NASA, з виробництва мініатюрних супутників дистанційного зондування Землі, названих наносупутниками, за допомогою апаратури яких сканують планету. Нині у виробництві 14-те покоління цих супутників, які називають “голубами”. Вони забезпечують глобальне покриття знімками із розрізненням 3–5 м, їх розміри 10×10×30 см, вага – 5 кг, висота орбіти 400–475 км. Апаратура працює у чотирьох стандартних каналах. Супутники перебувають на двох орбітах: міжнародної космічної станції та сонячно-синхронній орбіті. На сонячно-синхронній орбіті один виток апарата триває 90 хв, тобто він робить 16 обертів навколо Землі за день.

Створювати такі супутники почали у 2014 р., коли було запущено сузір'я “Flock-1”. За останні роки компанія запустила 230 супутників, використовуючи для цього різні ракети. У 2015–2017 рр. запущено “Flock-2”, а у лютому 2017 р. найбільше сузір'я супутників “Flock-3” – 88 супутників. Сім супутників запущено у жовтні із субметровою розрізненістю. Для управління усіма супутниками розробляють спеціальне програмне забезпечення, можна скористатися продуктами компанії: Planet Monitoring, яка надає регулярні зображення вибраної території; Planet Vazemap – мозаїку зображень із глобальним покриттям недавніми знімками; PlanetImagery – можливість одноразового придбання знімків. До продуктів входять знімки: PlanetScope (3 м), RapidEye (5 м), SkySat (1 м), знімки мають різні рівні опрацювання. Компанія надає знімки для спостереження за погодою, запобігання стихійним лихам, прогнозування урожайності. Наприклад, у зв'язку з військовими діями в Україні США передають замовлені у приватної компанії знімки із різних місць бойових дій.

**Оптико-електронні знімальні системи.** В сучасних схемах побудови зображень за даними ДЗЗ широко

використовують оптико-електронні знімальні системи, сенсорами яких слугують матричні або лінійкові типи сенсорів. Зміна характеру знімання, пов'язана з використанням малогабаритних ШСЗ, а також авіаційних носіїв апаратури, потребує використання матричних сенсорів. Матричні сенсори у вигляді болометричних матриць застосовують в інфрачервоних знімальних камерах.

**Лазерні знімальні системи.** Лазерна технологія, що поєднує лазерне вимірювання відстаней, інерційні вимірювання, GPS/GNSS систему та комп'ютер в інтегральний інструмент, здійснила величезний прорив у накопиченні 3D-просторової інформації та є прогресивним засобом отримання високоякісних геопросторових даних у режимі реального часу.

Основні підходи до конструювання авіаційних лазерних сканерів, які щораз ширше використовують у практиці ДЗЗ, пов'язані із вирішенням таких принципних питань: дослідженням впливу основних чинників на точність лазерного сканування; опрацюванням типів лазерних сканерів залежно від конкретних наукових та виробничих завдань; використанням нових методів опрацювання значних інформаційних масивів точок.

З урахуванням цих напрямів основну увагу розробники апаратури і надалі зосереджуватимуть на створенні лазерних систем, які забезпечуватимуть потужність вихідного сигналу, вузьку його спрямованість та підвищену чутливість приймачів відбитого сигналу. Власне такі параметри апаратури сприятимуть збільшенню висоти знімання, що безпосередньо пов'язано із продуктивністю методики. Розвиватимуться і лазерні системи, які встановлюють на БПЛА. Вимога до такої апаратури – незначна вага лазерного сканера.

Важливим питанням подальшого розвитку авіаційного лазерного сканування є його комбінування з іншими видами знімання, насамперед, оптико-електронними камерами та гіперспектральними камерами. Таку інформацію можна використовувати для виконання різноманітних тематичних завдань: у лісогосподарській та лісотаксаційній діяльності з метою визначення висоти дерев, щільності покриття, кількості біомаси; створення 3D-моделей міст та окремих об'єктів; в енергетиці для інвентаризації енергетичних ліній; дані лазерного сканування необхідні операторам телекомунікаційних мереж для встановлення опор. Широко використовують дані лазерного сканування місцевості в гідрологічному моделюванні площ затоплених земель, дослідженні морського шельфу.

Високої продуктивності всього процесу від знімання до створення готової продукції (ортофотозображень, ЦМР, ЦММ) можна досягти за рахунок максимальної автоматизації опрацювання.

**Радіолокаційні знімальні системи.** В сучасній практиці ДЗЗ все ширше використовують радіолокаційні знімальні системи із синтезованою апертурою антени (РСА), що дає можливість зручніше реалізувати всі етапи опрацювання із складними зондувальними сигналами в єдиному пристрої цифрового опрацювання.

Для підвищення точності слугує поляризація електромагнітних хвиль. Прийняті радаром поляризаційні стани об'єктів земної поверхні дають інформацію про їх біо- та геофізичні параметри. Передавачі більшості сучасних РСА мають змогу випромінювати горизонтально (H) або вертикально (V) поляризовані зондувальні сигнали, а приймачі – відрізнити відбиті сигнали з H- та V-поляризацією. Особливістю РСА є гнучкість, що дає змогу забезпечувати декілька різних робочих режимів.

Велике значення у сучасних технологіях мають інтерференційні РСА, які використовують різницеву фазову складову двох або більше відбитих від земної поверхні когерентних сигналів для отримання прецизійної інформації про рельєф та стан об'єктів на земній поверхні або під поверхнею землі (газопроводи, трубопроводи). З цієї метою використовують двопрхідну інтерферометрію, наприклад, інформацію, отриману із супутників TerraSAR-X і TanDEM.

Для відтворення висот рельєфу інтерферометричним методом, який ґрунтується на фазових відношеннях, точність значно вища порівняно із фотограмметричним методом для тих самих умов.

Після врахування зміщень фази, спричинених орбітальними чинниками та впливом топографії, можна оцінити зміщення під час порівняння пари супутникових зображень, отриманих через певний час. На цьому основана диференціальна інтерферометрія, яку широко використовують у сучасних технологіях ДЗЗ і яка дає можливість визначати зміщення земної поверхні (зсуви та передвісники землетрусів), а також відстежувати зміни характеристик радіосигналів через зміну вологості ґрунтів (опустелювання, підтоплення). Тобто РСА успішно використовують для розв'язання завдань, якими традиційно займалися фахівці інженерної геодезії та ґрунтознавці.

Радіолокаційні зображення дають дослідникам змогу позначати айсберги та рух морської криги на картах для цілорічної навігації. Крім того, спостереження за змінами льодового покриву надзвичайно важливі для розуміння впливів глобальних змін клімату на довкілля.

Сьогодні у світі в розвинених країнах працюють над розробленням нових супутникових РСА оборонного, дослідницького та комерційного призначення.

**Картографія.** Сучасна людина поступово починає забувати, як виглядає паперова карта. Їй на заміну

приходять мультимедійні пристрої, що відображають динамічний картографічний зміст, адаптований під конкретного споживача.

Найімовірніше, майбутнє картографії визначатимуть такі тренди:

– картографія реального часу (час між отриманням вихідних даних та їх поданням у формі готової карти гранично скорочується);

– повсякденність (електронні карти стають наявними і доступними в будь-який час, незалежно від місця перебування);

– медіаадекватність (карти повинні відображатися та поширюватися за допомогою найрізноманітніших засобів і, насамперед, через мультимедійне середовище, пристрої-носії інформації та з додатковою реальністю тощо; сучасна карта має бути спеціально адаптована для будь-якого медіасередовища, щоб відповідати його потребам та обмеженням);

– персоналізація (карта є інтерфейсом між геоінформацією та користувачем, але сучасні користувачі хочуть адаптованого під себе контексту, тому сучасні карти будуть персоналізованими та передбачуваними щодо контексту, користувача та використання);

– добра розробленість (незалежно від того, яка карта використовується, вона має бути читабельною та візуально сприйнятливою, що зробить її інформативною, ніж просто передавання інформації).

Очевидно, що персональна вебкарта та смартфон уже частково замінили паперові аналоги. Основною ідеєю вебкартографування є створення глобальної, відкритої, інтерактивної, багатоцільової онлайн-інфраструктури, що працює у режимі реального часу і ґрунтується на тісній колаборації урядів, науково-експертних кіл, а також – і це найголовніше – пересічних особистостей, об'єднаних (чи не об'єднаних) в онлайн-спільноти, недержавні організації, рухи тощо.

В умовах сьогодення світова інфраструктура масової вебкартографії інтенсивно розвивається і має децентралізовану, багатопарову архітектуру, в межах якої поєднуються як глобальні (Google Maps, Open Street Map, Bing Maps), так і локальні (Sudan Satellite Sentinel Project, CERA, Яндекс. Карты и Яндекс. Народная карта) сервіси широкого та кризового (Development Seeds, Citivox, Tomnod) призначення, що можуть бути як пропрієтарними, так і некомерційними.

Сервіси Map Box, Open Street Map, Google Map Maker тощо дають користувачам змогу поєднувати особисті дані із картографічною основою, створюючи новий картографічний матеріал.

До найперспективніших технологій у сфері картографії варто зарахувати: вебкартографію, 3D-карти, персоналізацію карт, інтеграцію із соціальними сервісами, доповнену реальність.

• **Геоінформаційні системи.** На думку проф. Майкла Ф. Гудчайлда, сучасні геоінформаційні системи є “технологією 13 %”, адже середньостатистичний американець лише 13 % часу перебуває на відкритому повітрі, де працює GPS і де за його допомогою можна знайти магазини, готелі, ресторани. А сьогодні постає завдання “переміщення” ГІС у приміщення. Агентство передових оборонних дослідницьких проєктів США (DARPA) вивчило потенціал повністю тривимірної ГІС. Зокрема, на планеті є декілька мільярдів будівель, а тому база даних, що відображатиме їх інтер'єр (рівень деталізації City GML 3 і вище), займатиме близько 3 петабайта. Тому людству тепер потрібні методи швидкого, дешевого і точного захоплення 3D-геометрії та атрибутів будівель. Крім того, потрібні ефективні методи позиціонування всередині приміщень (Wi-Fi; радіочастотна ідентифікація (RFID); мережі фіксованих детекторів; ультразвукове або лазерне зображення, сумісне з 3D-геометрією тощо).

Завдяки GPS, RFID та сучасним ГІС настане час, коли можна буде дізнатися, де розташований будь-який предмет. Це уможливить зрушення у цілих галузях, адже буде відоме розташування кожного транспортного засобу, комерційного рейсу, мобільного телефону, банківської карти тощо.

ГІС впевнено стають системами реального часу. Раніше процес створення карти був доволі довготривалим, а тому, традиційно, на неї наносили найпостійніші ознаки земної поверхні: дороги, річки, гори, вулиці. Однак протягом останніх двох десятиліть широке застосування GNNS та картографічного програмного забезпечення змінило це правило. Новим трендом стала неогеографія: можливість створення персональних карт, особистих відображень, які можуть становити інтерес лише для конкретного споживача і лише протягом короткого проміжку часу. Наприклад, завдяки смартфону із GPS-навігатором сучасний водій бачить “дорожні корки” та оптимальний маршрут руху в режимі реального часу.

Президент ESRI Джек Дангермонд відзначає п'ять трендів ГІС, що нині змінюють світ, а саме:

1) початок епохи ГІС як послуги; 2) важливість просторового аналізу в бізнесовій діяльності, місце розташування якої є запорукою успіху; 3) зміна способу роботи суб'єктів діяльності через можливість доступу до колосальної кількості різноманітних даних за допомогою геоінформаційних систем; 4) створення глобальної ГІС за рахунок використання значної мережі пристроїв та датчиків; 5) зміна роботи із ГІС завдяки можливості отримання даних з мобільних пристроїв.

1. Починається епоха ГІС, що розвивається як послуга. Це означає, що професійні ГІС взаємодіятимуть зі споживачами безпосередньо через вебдодатки, що забезпечуватимуть легкодоступну візуалізацію. ГІС

істотно впливатимуть на корпоративних користувачів, які володіють величезною кількістю географічних даних. Виконання просторового аналізу в інтернеті та отримання доступу до розподілених серверів, де існують різні шари даних, дасть змогу користувачам об'єднувати та аналізувати ці дані через мережу.

2. Просторовий аналіз стане важливим для будь-якого бізнесу, в якому місце розташування є умовою успіху. Роздрібний підприємець, який хоче відкрити нові заклади торгівлі, повинен мати уявлення про оптимальні умови розміщення закладів та прогнозоване демографічне навантаження на територію, а також сприятливі демографічні показники. Отримані дані надалі накладатимуть на карту для виконання статистичного аналізу, результатом якого в кінцевому підсумку буде прийняття рішення про місцезнаходження нового об'єкта. Саме карти добре передають таку інформацію, а в середовищі вебслужб професіонали зможуть легко створювати карти, графіки, діаграми та здійснювати аналітику. Потужні ГІС будуть доступні через хмарні сервіси.

3. ГІС нададуть можливість доступу до великої кількості даних про стан навколишнього середовища та людської діяльності, що вплине на зміну способу роботи багатьох організацій. Також існуватиме можливість здійснювати просторовий аналіз великих масивів даних. Сьогодні будь-яка організація може отримати доступ до даних екологічного моніторингу або десятків тисяч растрових зображень із космічних апаратів та легко їх проаналізувати. Це значно розширить можливості традиційних ГІС.

4. Використання розгалуженої мережі пристроїв та датчиків – це, мабуть, найновіша тенденція та найголовніший пріоритет для організацій, які працюють над створенням всеохопної ГІС. Все – від смартфонів до соціальних медіа – буде використано для передавання даних у ГІС, де їх аналізуватимуть, візуалізуватимуть та реінтегруватимуть в онлайн-додатки, які використовуватимуть фахівці або звичайні споживачі.

5. Одержання даних із мобільних пристроїв замінить роботу із ГІС через вебсервіси та традиційні робочі станції.

Наступний стрибок у технологіях та обчислювальному середовищі ГІС – це підключення великої мережі пристроїв, що забезпечуватимуть передавання даних у режимі реального часу.

Географічні інформаційні системи є одним із перспективних напрямів упровадження комп'ютерних технологій у геодезію, картографію, землеустрій, кадастр та територіальне планування, завданням яких в умовах сьогодення є збирання, зберігання та аналіз просторово-координованої інформації, зважаючи на двояке призначення їх баз даних (картографічної та семантичної). Важливим елементом ГІС є підсистеми зберігання, вибірки та виведення даних, маніпулювання

ними та їх аналіз. Безумовно, їх інтенсивний розвиток із залученням штучного інтелекту в майбутньому уможливить застосування ГІС не лише у галузі геодезії, картографії, землеустрою та моніторингу земель, але й у проектуванні поселенських територій, оцінюванні природних ресурсів, формуванні автоматизованого земельного кадастру, бізнесовій та менеджменто-маркетинговій діяльності.

Розбудова національної інфраструктури геопросторових даних також має забезпечити зростання потреб суспільства в усіх видах географічної інформації, підвищення ефективності застосування геопросторових даних та геоінформаційних технологій в інтересах сталого розвитку суспільства.

· **Кадастр та моніторинг земель.** До головних чинників, що впливатимуть на розвиток кадастрових систем, необхідно зарахувати: глобалізацію, урбанізацію, електронне урядування, зміни клімату, потреби природокористування, технології 3D-візуалізації та аналізу, стандартизацію, інтегрованість. Найперспективнішими концепціями кадастру майбутнього можна вважати: точний кадастр (віртуальні кадастрові моделі все більше наблизатимуться до реальної ситуації); об'єктно-орієнтований кадастр (об'єктом обліку стають не земельні ділянки, а об'єкти власності); кадастри 3D/4D (кадастри міститимуть третій (висота) та четвертий (час) виміри); кадастри реального часу (зміни до кадастрів та доступ до них відбуватимуться у онлайн-режимі); глобальні кадастри (національні кадастри поступово трансформуються у глобальну кадастрову мережу); органічні кадастри (кадастри будуть адаптовані до обліку нерівних або нечітких меж природних об'єктів).

Створення ефективної кадастрової системи нерухомості належить до визначальних передумов сталого розвитку ринкових відносин, адже саме на систему кадастру покладається вирішення завдання обліку всіх одиниць нерухомої власності, лише на його основі можливе реальне гарантування прав на нерухомість, саме у складі кадастру здійснюється оцінювання нерухомості для фіскальних і регуляторних цілей.

Сучасний кадастр України характеризується численними проблемами, пов'язаними із невизначеністю правового статусу кадастрових відомостей та порядку ведення кадастру, недостатньою достовірністю та повнотою наявної кадастрової інформації, недостатністю реєстраційних даних щодо обмежень у використанні нерухомості, автоматизацією та інформатизацією кадастрово-облікових процедур.

Національні кадастрові системи відіграють особливу роль в управлінні земельними ресурсами, а кадастрова інформація є основою для оподаткування та інвестицій з метою раціонального використання та охорони земель. Новітні багатофункціональні кадастри формують комплексну земельно-інформаційну систему

об'єктів нерухомого майна, що передбачає введення в їх структуру базових реєстрів (земельний реєстр, реєстр прав і реєстр об'єктів капітального будівництва) та загальні реєстри, що містять відомості про об'єкти, види угідь, природні та якісні характеристики земель та інші дані, які є основою для економічного і територіального планування та землеустрою.

Основні напрями розвитку національних кадастрових систем – збирання даних та узагальнення інформації про стан, кількісні та якісні показники земельних ресурсів, однак ці етапи дослідження не є кінцевою метою створення кадастрових систем. Потрібно акцентувати на зручності та доцільності використання такої інформації. Для підвищення ефективності роботи національних земельно-кадастрових систем необхідно розширити кадастрову систему інформацією про земельні ресурси, які з певних причин залишились без власника, або із помилками в оформленні; ділянки, що мають власника, але не використовуються в господарській діяльності. Така інформація забезпечить формування багаторівневої структури земельного ринку та підвищить ефективність державного регулювання.

Дані дистанційного зондування Землі уже практично прийшли на зміну традиційним видам картографічної інформації. Нині існує два напрями отримання даних ДЗЗ-зображення: на основі аерознімків та космічного знімання. Зауважимо, що останнє має низку переваг у разі виконання проєктів та схем районного проєктування, розроблення генеральних планів територій, відображення аналізу природних та техногенних катастроф, які охоплюють значні площі, під час здійснення моніторингу територіальних змін у системі землекористування, конфігурації гідрооб'єктів та їх водоохоронних зон.

Сучасні напрацювання теоретико-методологічних засад функціонування кадастрових систем повинні передбачати розроблення сучасних методик ГІС-технологій з формуванням автоматизованого земельного кадастру.

Під час провадження земельно-кадастрових робіт особливу увагу звертають на моніторинг як систему спостережень за станом земельного фонду з метою виявлення змін, їх оцінювання, відведення й ліквідації наслідків негативних процесів. Оскільки в Україні втілюється реформа децентралізації, а основними видами моніторингу є локальні та регіональні, постає питання щодо оновлення інформації в автоматизованих інформаційних системах, виділення фінансових ресурсів для сучасної агрохімічної паспортизації земельних ділянок, проведення обстежень та вишукувань на території новоутворених територіальних громад.

#### *Оцінювальна діяльність*

Оцінка нерухомості – це визначення різних видів вартості залежно від вимог суспільства та необхідності економічного регулювання майнових відносин. Оцінку

нерухомості відрізняє різноманіття функцій її використання і цілей, для яких вона здійснюється і які пов'язані з потребою суспільства у регулюванні майнових відносин. Зростання попиту на знання вартості з боку суспільства привело до того, що оцінка нерухомості поступово виділилась у самостійний вид професійної діяльності. Цьому також сприяла і відносна недосконалість ринку нерухомості.

Формування цін на нерухомість завжди здійснюється в умовах нерівноваги попиту та пропозиції, обмеженої кількості продавців та покупців, а основне – під дією великої кількості чинників. Купівля-продаж нерухомості – складніший процес, ніж звичного товару, оскільки передбачає юридичне оформлення угоди, складання договору та державну реєстрацію. Умови цих угод регулюються не тільки думками сторін, але і законами держави у частині землеустрою, містобудування та охорони навколишнього середовища

На сучасному етапі розвитку земельних відносин та управління нерухомістю в Україні провідне місце в системі визначення займає, насамперед, визначення ринкової вартості предметів оцінювальної діяльності. Зазначене зумовлює постійне зростання вимог щодо об'єктивності, коректності та справедливості (професійності, законодавчості) визначення грошової та нормативної оцінки земельних ділянок та нерухомого майна. Чинна законодавча база щодо оцінювання земель, майна та майнових прав (2001, 2003, 2017 рр.) побудована на застарілих підходах та стереотипах і сформована із низкою прогалин стосовно сучасних умов. Відкриття ринку земель сільськогосподарського призначення, відповідно до Закону України “Про внесення змін до деяких актів в Україні щодо обігу земель сільськогосподарського призначення” від 31.03.2020 р. № 552-IX, дозволяє купівлю – продаж земельних ділянок, використовуваних у системі агробізнесової діяльності, вимагатиме від майбутніх фахівців у сфері геодезії, землеустрою та оцінки землі та нерухомого майна застосування креативних підходів до здійснення оцінювальної діяльності.

***Землеустрій, територіальне планування та районне проєктування.*** Оцінювати технологічні перспективи розвитку землеустрою та територіального планування, як правило, найскладніше, оскільки ця сфера є доволі консервативною і значною мірою спирається на усталені місцеві традиції, нормативну базу та підходи до проєктування.

Зважаючи на те, що регіональне планування є складовою частиною багатозначного управління соціально-екологічними процесами в суспільстві, необхідне новітнє інформаційне забезпечення містобудівного проєктування та районного планування.

Одним із головних засобів створення належної інформаційної політики у зазначеній сфері є її забезпечення комп'ютерними технологіями, основними з яких

мають бути системи автоматизованого проєктування (САПР), системи управління базами даних (СУБД) та геоінформаційні системи.

Можна очікувати, що перспективними технологіями територіального планування стануть: розширений просторовий аналіз; багатоагентні системи; моделі просторової оптимізації; системні динамічні моделі; створення віртуальних світів; нові методи візуалізації.

• **Адміністрування земельних відносин.** Оскільки геодезичні процеси демаркації меж завдяки науково-технічному прогресу та новітнім технологіям позиціонування стають простішими та менш працезатратними, відзначимо важливий тренд щодо зміни функції майбутнього землевпорядника від звичного перебування до вирішення значно ширшого спектра питань адміністрування земельних відносин.

Аналізуючи основоположні документи міжнародних організацій, дотичних до актуальних завдань управління землекористуванням, можна виокремити сфери, які потребують кваліфікованих фахівців землевпорядкування та оцінювання землі та нерухомого майна. Це:

- управління конфліктами, пов'язаними із доступом до земельних ресурсів, що спричинені глобальними міграційними потоками, змінами клімату, військовими конфліктами;
- управління громадськими землями;
- вилучення земель у суспільних інтересах;
- регулювання переходу прав на нерухомість, продажу, найму нерухомого майна;
- система оподаткування нерухомості та її оптимізація (податки на майно);
- організація іпотечного кредитування та функціонування земельних банків;
- електронне урядування та державні сервіси у земельних відносинах.

Усе вищевикладене дає підстави зробити висновки про нагальну необхідність удосконалення землевпорядної та геодезичної освіти в країні та визначення того, яким має стати зміст навчання зі спеціальності “Геодезія та землеустрій”, аби здобувачі вищої освіти навчальних закладів стали успішними, затребуваними та достатньо оплачуваними професіоналами. Очевидно, що на майбутнє:

- необхідно формувати здатність застосовувати сучасне інформаційне, технічне та технологічне забезпечення для виконання складних завдань геодезії та землеустрою, в освітніх програмах варто, окрім традиційних компонент, передбачати низку дисциплін, таких як: “Електронні геодезичні прилади та GNSS технології”, “Супутникова геодезія”, “Інформаційні технології в геодезії та землеустрою”, “Технологія і автоматизація

обробки топогеодезичних даних”, “Web та геоінформаційне картографування”, “Комп’ютерні технології в картографуванні”, “Інтеграція ГІС, ДЗЗ, GNSS при моніторингу геосистем”, “Високоточні інженерно-геодезичні вимірювання” тощо;

– реалізуючи кожну освітню програму, вищі навчальні заклади повинні прищеплювати випускникам здатність до гнучкого та креативного способу мислення, який дає можливість розуміти і вирішувати проблеми та завдання, зберігаючи критичне ставлення до раніше сформованих наукових концепцій;

– практичний аспект набутих фахових компетенцій зі спеціальності повинен забезпечити здатність до використання та впровадження нових технологій, використання знань та умінь для розрахунків апріорної оцінки точності та вибору технологій проєктування і виконання прикладних професійних завдань.

Кафедри факультетів, інститутів та університетів, що здійснюють підготовку у галузі знань “Архітектура та будівництво”, спеціалізації “Геодезія та землеустрій” за відповідними освітніми програмами закладів вищої освіти, вже не можуть залишитися лише навчальними центрами. Вони мають стати інтелектуальними та експертно-аналітичними осередками галузі, майданчиками для відпрацювання та практичної адаптації передових технологічних рішень, фахових дискусій та практичного навчання, що дасть їм змогу у перспективі здобути міжнародне визнання як центрами підготовки фахівців зі спеціальності “Геодезія та землеустрій”.

### Висновки

Сучасну геодезично-картографічну, земельно-кадастрову діяльність та територіальне планування очікують різкі зміни, головні ознаки яких можна спостерігати вже сьогодні. Світова економіка нині потребує високотехнологічних та швидких інженерних рішень, які зможуть реалізувати лише підготовлені фахівці із креативним мисленням та професіональним знанням своєї справи. Заклади вищої освіти повинні, безумовно, адаптуватися до потреб національного та глобального ринків праці, пропонуючи змінені навчальні програми, зміст яких ґрунтуватиметься на передових технологіях та найкращих галузевих практиках із формуванням професійних компетентностей та досягненням програмних результатів навчання.

### Література

Antwi, R., Bennett, R. M., dr Vries, W. T., Lemmen, C. H. J. and Meijer, C. (2012). There quirements for pointcadastres. In: FIG Working Week 2012, Rome, 6–10 May 2012 – Knowing to manage the territory, protect the environment, evaluate the culturalheritage. Rome: FIG. 11 p.



- Bennett, R. M & ... [et al.] (2010). Cadastr alfutures: building a new vision for the naturean drole of cadastres + power-point'. FIG Peer Review Journal, pp. 15 p. + 21 slides.
- Grekhov A. M. (2019). Recent Advances in Satellite Aeronautical Communications Modeling. Hershey : IGI Global Engineering Science Reference, 313 p.
- Kokhan, S.; Vostokov A. (2020). Nosatellites PlanetScope data to monitor crop growth. *E3S Web Conf.*, 171, 02014.
- Nick Bearman, Nick Jones, Isabel André, Herculano Alberto Cachinho & Michael DeMers (2016.) The future role of GIS education in creating critical spatial thinkers, *Journal of Geography in Higher Education*, 40:3, 394–408. <https://doi.org/10.1080/03098265.2016.1144729>
- Darchuk, K., Sukhyj, P., Kostaschuk, I., Bilokrynitskiy, S., and Sabadash, V. (2021). Obtaining Photogrammetric Data by Using Non-Professional UAVs. Review of International Geographical Education (RIGEO), 11 (2), 232–245. <https://doi.org/10.48047/rigeo.11.02.20>.
- Kuhlmann H., Schwieger V., Wieser A., Niemeier W. (2014). Engineering Geodesy: Definition and Core Competencies. *Journal of Applied Geodesy*, Vol. 8, Iss., 4. 327–334, DOI: 10.1515/jag. 2014–0020.
- Yushchenko Yuriy, Pasichnyk Mykola, **Darchuk Kostiantyn**, Kostashchuk Ivan, Zakrevskiy Oleksandr (2022). Contemporary geoinformation technologies in postmodern education of geographers, hydrometeorologists, land surveyors. Contemporary geoinformation technologies in postmodern education, Vol. 13, Iss. 2, 409–429. [doi.org/10.18662/po/13.2/462](https://doi.org/10.18662/po/13.2/462)
- Бабушка А. В., Бурштинська Х. В. Авіаційне лазерне сканування: навч. посіб. Львів: Вид-во Львівської політехніки. 114 с.
- Бондаренко Б. Ф., Вишнівський В. В., Долгушин В. П. та ін. Теорія радіолокаційних систем: підручник / за заг. ред. С. В. Ленкова. Київ: ВПЦ “Київ. ун-т”, 2011. 384 с.
- Бурштинська Х. В., Станкевич С. А. (2013). Аеро-космічні знімальні системи: підручник. Львів: Вид-во Львівської політехніки. 316 с.
- Мартин А. (2018). Час змінювати пріоритети навчання. *Землевпорядний вісник*, Київ, С. 10.
- Мартин А., Дорош Й., Флекей З. (2009). Зміст вищої освіти у галузі землеустрою: сучасний стан, проблеми та шляхи вирішення. *Землевпорядний вісник*, Київ, № 5, С. 32–36.
- Мартин А. Г., Тревого І. С., Євсюков Т. О., Бурштинська Х. В. (2021). До питання визначення предметної області досліджень за спеціальністю “Геодезія та землеустрій”. “Землеустрій, кадастр і моніторинг земель”, № 2, С. 62–77.
- Русіна Н., Люльчик В. (2020). Модель підготовки фахівців галузі геодезії та землеустрою в умовах інформатизації, глобалізації та євроінтеграції. *Інформаційні технології і засоби навчання*, Т. 80, №. 6. С. 176–187. DOI: 10.33407/itlt.v80i6.2981.
- Третяк А. М., Третяк В. М., Дорош Й. М., Дорош О. С. (2018). Професія землепорядкування на ринку праці потребує розширення спеціальностей та спеціалізацій. *Землевпорядний вісник*, Київ, № 4. С. 22–27.
- Третяк А. М., Третяк В. М., Пендзей Л. П. (2016). Стан та проблеми підготовки, підвищення кваліфікації і перепідготовки кадрів у сфері землеустрою. *Землеустрій, кадастр і моніторинг земель*, Київ, № 1–2. С. 128–135.

P. SUKHY<sup>1</sup>, I. TREVOHO<sup>2</sup>, Kh. BURSHTYNSKA<sup>2</sup>, V. SABADASH<sup>1</sup>, K. DARCHUK<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Chernivtsi National University named after Yuriy Fedkovicha, 2, Kotsyubynskogo str., Chernivtsi, 58012, Ukraine, e-mail: p.sukhyj@chnu.edu.ua, +380506604183

<sup>2</sup> Lviv Polytechnic National University, 12, S. Bandery str., Lviv, 79013, Ukraine, e-mail: itrevoho@gmail.com, +380322-58-27-19

INNOVATIONS IN GEODESIC-CARTOGRAPHIC AND LAND CASTRASAL ACTIVITIES  
AND IMPROVEMENT OF THE CONTENT OF THE TRAINING OF SPECIALISTS  
IN GEODESY AND LAND SURVEYING

Starting from the 80s of the last century, especially rapidly developing technical directions are based on the use of high-precision ground instruments, aerospace based systems and serve to obtain information about the earth's surface, the outer space, the study of various processes and phenomena of living and non-living nature. The methods of processing this information on the basis of modern technologies of geodesy and cartography and those related to

them: engineering geodesy, satellite geodesy, remote sensing, photogrammetry, cadastre of territories, land and real estate valuation differ both in different theoretical approaches and in the principles of practical implementation. The problem is the automatic storage, transformation and use of huge volumes of information in the solution of modern theoretical and thematic tasks. The proposed article presents the latest achievements that have become the achievement of the specified industries and which are already used and developed by the world's leading firms and corporations. In many universities of the world, the works of scientists appear in which they analyze the field of modern knowledge related to geodesy and land management. The article mentions the rapid technological changes in the field of geodetic-cartographic and land-cadastral activities that have taken place during the last decades, which significantly affect the nature and content of the work that will be performed by future specialists in the field of geodesy and land management. The directions of development of geodetic and land management education in relation to the needs of the domestic and world market of engineering services are considered.

*Key words:* geoinformation systems; geodesy; remote sensing; land management; higher education; cartography; cadastre; real estate valuation.

### References

- Antwi, R., Bennett, R. M., drVries, W. T., Lemmen, C. H. J. and Meijer, C. (2012). There quirements for pointcadastres. In: FIG Working Week 2012, Rome, 6–10 May 2012 – Knowing to manage the territory, protect the environment, evaluate the culturalheritage. Rome: FIG. 11 p.
- Bennett, R. M. & ... [et al.] (2010). Cadastr alfutures: building a new vision for the naturean drole of cadastres + power-point. *FIG Peer Review Journal*, pp. 15 p. + 21 slides.
- Grekhov A. M. (2019). Recent Advances in Satellite Aeronautical Communications Modeling. Hershey: IGI Global Engineering Science Reference, 313 p.
- Kokhan, S.; Vostokov A. (2020). Nosatellites PlanetScope data to monitor crop growth. E3S Web Conf., 171, 02014.
- Nick Bearman, Nick Jones, Isabel André, Herculano Alberto Cachinho & Michael DeMers (2016) The future role of GIS education in creating critical spatial thinkers. *Journal of Geography in Higher Education*, 40:3, 394–408. <https://doi.org/10.1080/03098265.2016.1144729>
- Darchuk, K.; Sukhyj, P.; Kostaschuk, I.; Vilokrynitskiy, S.; and Sabadash, V. (2021). Obtaining Photogrammetric Data by Using Non-Professional UAVs. *Review of International Geographical Education (RIGEO)*, 11 (2), 232–245. <https://doi.org/10.48047/rigeo.11.02.20>.
- Kuhlmann H., Schwieger V., Wieser A., Niemeier W. (2014). Engineering Geodesy: Definition and Core Competencies: *Journal of Applied Geodesy*, Vol. 8, Iss. 4, 327–334. DOI: 10.1515/jag.2014-0020.
- Yushchenko Yuriy, Pasichnyk Mykola, Darchuk Kostiantyn, Kostashchuk Ivan, Zakrevskiy Oleksandr (2022). Contemporary Geoinformation Technologies in Postmodern Education of Geographers, Hydrometeorologists. *Land Surveyors. Contemporary Geoinformation Technologies in Postmodern Education*, Vol. 13, Iss. 2, 409–429. [doi.org/10.18662/po/13.2/462](https://doi.org/10.18662/po/13.2/462)
- Babushka A. V., Burshtynska Kh. V. *Aviatsiine lazerne skanuvannia: navch. posib.* Lviv: Vydavnytstvo Lvivskoi politekhniki, 114 s.
- Bondarenko B. F., Vyshnivskiy V. V., Dolhushyn V. P. ta in. (2011). *Teoriia radiolokatsiinykh system: pidruchnyk / za zah. red. S. V. Lienkova.* Kyiv: VPTs “Kyiv. un-t”, 384 s.
- Burshtynska Kh. V., Stankevych S. A. (2013). *Aerokosmichni znimalni systemy: pidruchnyk.* Lviv: Vydavnytstvo Lvivskoi politekhniki, 316 s.
- Martyn A. (2018). Chas zminiuvaty priorytety navchannia. *Zemlevporiadnyi visnyk*, Kyiv, S. 10.
- Martyn A., Dorosh Y., Flekei Z. (2009). Zmist vyshchoi osvity u haluzi zemleustroi: suchasnyi stan, problemy ta shliakhy vyrishennia. *Zemlevporiadnyi visnyk.*, Kyiv, No. 5, 32–36.
- Martyn A. H., Trevoho I. S., Yevsuikov T. O., Burshtynska Kh. V. (2021). Do pyttannia vyznachennia predmetnoi oiudasti doslidzhen za spetsialnistiu “Heodeziia ta zemleustrii”. “Zemleustrii, kadastr i monitorynh zemel”, No. 2, 62–77.
- Rusina N., Liulchik V. (2020). Model pidhotovky fakhivtsiv haluzi heodezii ta zemleustroi u umovakh informatyzatsii, hlobalizatsii ta yevrointehratsii. *Informatsiini tekhnolohii i zasoby navchannia.* T. 80, No. 6, 176–187. DOI: 10.33407/itlt.v80i6.2981.
- Tretiak A. M., Tretiak V. M., Dorosh Y. M., Dorosh O. S. (2018). Profesiiia zemlevporiadkuvannia na rynku pratsi potrebuie rozshyrennia spetsialnostei ta spetsializatsii. *Zemlevporiadnyi visnyk*, Kyiv, No. 4, 22–27.
- Tretiak A. M., Tretiak V. M., Pendzei L. P. (2016). Stan ta problemy pidhotovky, pidvyshchennia kvalifikatsii i perepidhotovky kadriv u sferi zemleustroi. *Zemleustrii, kadastr i monitorynh zemel*, Kyiv, No. 1–2, 128–135.