

О.І. Горб, С.Г. Нестеренко, О.В. Афанасьєв, О.В. Байструк

Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, Україна

НАПРЯМИ ЗАСТОСУВАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ПРИ ГЕОДЕЗИЧНОМУ МОНІТОРИНГУ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД

В дослідженні визначена необхідність застосування штучного інтелекту при вирішенні завдань геодезичного моніторингу будівель та споруд. За результатами досліджень виявлені приклади світового досвіду залучення штучного інтелекту у вирішення різних питань геодезичного моніторингу. Досліджені питання застосування сучасного приладового обладнання при проведенні геодезичного моніторингу з використанням штучного інтелекту.

Ключові слова: штучний інтелект, геодезичний моніторинг, геоінформаційна система, автоматизація, камеральні роботи, моніторингові принципи, дані моніторингу будівель і споруд, геопросторовий аналіз, об'єкти будівництва.

Постановка проблеми

Геодезичний моніторинг будівель та споруд є невід'ємною складовою заходів при їх будівництві та експлуатації.

Застосування штучного інтелекту (ШІ) при геодезичному моніторингу будівель та споруд має велику актуальність в сучасних умовах. Основна причина полягає в тому, що використання ШІ дозволяє ефективніше та точніше виявляти зміни, що відбуваються в будівлях та спорудах, а також прогнозувати їх можливе порушення проектного положення та виникнення процесу руйнування.

Основні переваги застосування ШІ при геодезичному моніторингу будівель та споруд полягають у наступному:

- точність інформації: ШІ дозволяє отримати максимально точні дані про стан будівель та споруд, включаючи їх геометричні параметри та параметри деформації. Це дає можливість вчасно виявляти потенційні небезпеки та попереджати їх наслідки;

- швидкість: з використанням ШІ можливо отримувати дані про стан будівель та споруд в режимі реального часу. Це дозволяє оперативно реагувати на будь-які зміни та вживати заходів для їх усунення;

- ефективність: застосування ШІ знижує витрати на моніторинг, оскільки не потребує присутності геодезистів на місці виконання робіт. Крім того, ШІ дозволяє знизити кількість помилок та інших неточностей, що зазвичай пов'язані з ручним збором даних;

- масштабованість: ШІ дозволяє обробляти великі обсяги даних та аналізувати їх в режимі реального часу. Це дозволяє проводити моніторинг не

тільки окремих будівель чи споруд, але й цілих територій та міст;

- прогностичні можливості: ШІ може бути використаний для прогнозування можливих змін у стані будівель та споруд на основі зібраних даних. Це дає можливість забезпечувати більш ефективне та передбачуване управління будівлями та спорудами;

- автоматизація: застосування ШІ дозволяє автоматизувати процес моніторингу та аналізу даних про стан будівель та споруд, що зменшує кількість помилок та знижує час, потрібний на аналіз даних;

- підвищення безпеки: використання ШІ дозволяє оперативно виявляти можливі небезпечні зміни в стані будівель та споруд, що знижує ризик їх зруйнування та можливих наслідків для людей та майна.

Враховуючи зазначені особливості, питання застосування штучного інтелекту при геодезичному моніторингу будівель та споруд є дуже актуальним, оскільки дозволяє збільшити ефективність та точність моніторингу, оперативно реагувати на будь-які зміни, прогнозувати можливу деградацію та забезпечувати більш передбачуване управління будівлями та спорудами.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Аналізуючи публікації на тему "застосування штучного інтелекту при геодезичному моніторингу будівель та споруд", можна зазначити, що дослідження у цій області зростають і є досить активними. Багато досліджень спрямовані на розробку нових методів та алгоритмів, що дозволяють ефективно використовувати дані геодезичного моніторингу за допомогою штучного інтелекту.

Наприклад, в одній з публікацій [1] автори досліджували застосування нейронних мереж для моніторингу мостів. Результати дослідження показали, що використання нейронних мереж дозволяє ефективно виявляти можливі пошкодження мостів на основі даних геодезичного моніторингу.

У іншій публікації [2] автори досліджували можливість інтеграції даних геодезичного моніторингу та BIM-моделювання для моніторингу стану будівель та споруд. Використання штучного інтелекту дозволило ефективно аналізувати отримані дані та виявляти можливі пошкодження та дефекти в будівлях та спорудах.

Також були проведені дослідження [3-5], де автори порівнювали ефективність різних алгоритмів машинного навчання для прогнозування рівня пошкодження будівель під час землетрусу. Результати дослідження показали, що деякі алгоритми машинного навчання можуть бути дуже ефективними для прогнозування рівня пошкодження будівель на основі даних геодезичного моніторингу.

Окрім того, були проведені дослідження [6, 7], де автори досліджували можливість розробки системи моніторингу стану висотних будівель в реальному часі за допомогою Інтернету речей та машинного навчання. Результати дослідження показали, що використання штучного інтелекту та Інтернету речей дозволяє створювати ефективні системи моніторингу стану будівель в реальному часі.

Також можна зазначити дослідження [8], де автори досліджували можливість використання розподіленого оптичного волокна для моніторингу стану будівель та споруд. Використання машинного навчання дозволяє ефективно аналізувати великі об'єми даних, отриманих з оптичного волокна, та виявляти можливі пошкодження та дефекти в будівлях та спорудах.

Загалом, можна зробити висновок, що застосування штучного інтелекту при геодезичному моніторингу будівель та споруд має великий потенціал для покращення ефективності та точності моніторингу. Багато досліджень в цій області спрямовані на розробку нових методів та алгоритмів, що дозволяють ефективно використовувати дані геодезичного моніторингу за допомогою штучного інтелекту. Такі системи моніторингу можуть бути корисними для забезпечення безпеки та надійності будівель та споруд, а також для планування ремонтних та реставраційних робіт.

Мета та завдання статті

Метою статті є дослідження напрямів застосування штучного інтелекту при проведенні геодезичного моніторингу будівель та споруд.

Для досягнення поставленої мети в дослідженні визначені наступні завдання:

- визначити необхідність застосування штучного інтелекту при вирішенні завдань геодезичного моніторингу будівель та споруд;

- проаналізувати приклади світового досвіду залучення штучного інтелекту у вирішення різних питань геодезичного моніторингу;

- дослідити питання застосування сучасного приладового обладнання при проведенні геодезичного моніторингу з використанням штучного інтелекту;

- визначити практичні аспекти реалізації геодезичного моніторингу з використанням штучного інтелекту.

Виклад основного матеріалу дослідження

Геодезичний моніторинг є процесом систематичного вимірювання руху будівель і споруд для виявлення відхилень від заданих параметрів та вчасного реагування на потенційні проблеми. Застосування штучного інтелекту може значно полегшити і прискорити процес моніторингу та забезпечити точність вимірювань та аналізу даних.

Основні застосування ШІ при геодезичному моніторингу будівель і споруд можуть включати:

Автоматичне виявлення аномалій: ШІ може допомогти виявляти аномальні рухи будівель або споруд, які можуть вказувати на потенційні проблеми. ШІ може автоматично порівнювати поточні вимірювання з попередніми даними та сповіщати операторів про будь-які зміни.

Аналіз даних: ШІ може обробляти велику кількість даних і допомагати виявляти складні взаємозв'язки між рухом будівель та іншими факторами, такими як погода, технічні проблеми, витрати енергії тощо.

Прогнозування: ШІ може допомогти прогнозувати майбутні рухи будівель та споруд на основі попередніх даних, що дозволяє операторам вживати заходів ще до того, як проблема стане серйозною.

Оптимізація моніторингу: ШІ може допомогти оптимізувати процес моніторингу, наприклад, вказуючи на ті частини будівель, які потребують найбільшої уваги, або пропонуючи оптимальні точки вимірювання.

Застосування штучного інтелекту (ШІ) в геодезичному моніторингу будівель і споруд може бути корисним для автоматизації процесів моніторингу та аналізу даних, що дозволяє збільшити ефективність та точність вимірювань.

Застосування штучного інтелекту при геодезичному моніторингу будівель і споруд є дуже актуальним у наш час. Геодезичний моніторинг будівель та споруд є важливою складовою їх експлуатації, оскільки він дозволяє вчасно виявляти пошкодження та зміни у стані конструкцій. Штучний інтелект допомагає збирати та аналізувати великі обсяги да-

них, отримувати точні інформаційні повідомлення та прогнозувати можливі ризики.

Щодо приладів, які використовуються для геодезичного моніторингу, то зазвичай вони базуються на технології GPS та супутникової геодезії. До них належать:

GPS-приймачі - вони використовують сигнали від супутників для вимірювання координат та висоти точок.

Інерційні вимірювачі - вони вимірюють прискорення та обертання приладу, що дозволяє визначити зміну положення об'єкта.

Акустичні та лазерні системи - вони використовуються для вимірювання відстаней та глибин.

Камери - вони використовуються для створення 3D-моделей будівель та споруд.

Застосування штучного інтелекту дозволяє автоматизувати процес збору та аналізу даних, зменшити людський фактор та зробити моніторинг більш точним та ефективним. Крім того, штучний інтелект може допомогти з виявленням потенційних проблем та небезпек, що можуть стати на шляху досягнення поставлених цілей.

Застосування штучного інтелекту (ШІ) при геодезичному моніторингу будівель і споруд може бути дуже корисним для збору, аналізу та інтерпретації даних про динаміку змін будівельних об'єктів. Нижче я наведу декілька прикладів, які допоможуть краще зрозуміти, які саме функції ШІ можуть виконуватися в цій галузі.

Моніторинг стану будівельних об'єктів: ШІ може допомогти відстежувати зміни у структурі будівель та виявляти можливі пошкодження чи деформації, що можуть виникати через різноманітні фактори, наприклад, під час будівництва, зсувів ґрунту, сейсмічних подій тощо.

Прогнозування ризику аварійної ситуації: ШІ може аналізувати дані з різних джерел та давати прогнози щодо ризику виникнення аварійних ситуацій на будівельному об'єкті. Наприклад, враховуючи метеорологічні умови, зміни температури, навантаження на будівельну конструкцію тощо, ШІ може виявляти потенційно небезпечні ситуації та робити відповідні рекомендації.

Оптимізація процесів будівництва: ШІ може бути використаний для прогнозування потреби в ресурсах під час будівництва (наприклад, матеріалів, робочої сили, часу), для виявлення можливостей оптимізації процесів будівництва та для підвищення ефективності роботи будівельної бригади.

Застосування штучного інтелекту (ШІ) може допомогти значно поліпшити ефективність та точність геодезичного моніторингу будівель і споруд. Наприклад, системи ШІ можуть бути використані для автоматичного аналізу великої кількості даних, отриманих з датчиків моніторингу будівель, що до-

зволяє виявляти та передбачати потенційні проблеми з використанням методів машинного навчання.

Одним з прикладів застосування ШІ в геодезичному моніторингу будівель є системи раннього виявлення деформацій. За допомогою аналізу відео та зображень, знятих з дронів, можна виявити незначні зміни у структурі будівель, які можуть свідчити про можливі деформації або пошкодження. Такі системи дозволяють оперативно виявляти проблеми та вживати заходів для їх усунення, що зменшує ризики аварій та забезпечує безпеку людей.

Крім того, системи ШІ можуть допомогти вирішувати складні завдання, пов'язані з геодезичним моніторингом будівель та споруд. Наприклад, можна використовувати методи машинного навчання для прогнозування змін в експлуатаційних параметрах будівлі, таких як температура, вологість, тиск, швидкість вітру тощо. Це дозволяє вчасно виявляти можливі проблеми та планувати потрібні заходи з ремонту та обслуговування.

Отже, застосування ШІ в геодезичному моніторингу будівель і споруд може значно поліпшити ефективність та точність виявлення проблем, а також зменшити ризики аварій та забезпечити безпеку людей.

Одне з основних використань ШІ в геодезії - це аналіз супутникових знімків з використанням нейронних мереж. Нейронні мережі можуть допомогти виявляти зміни у структурі будівлі чи споруди, що може свідчити про можливі проблеми з її конструкцією. Також можна використовувати ШІ для виявлення деформацій будівель та споруд, що можуть бути наслідком підземних рухів, геологічних процесів або інших причин.

Крім того, ШІ може використовуватися для побудови моделей прогнозування змін в геодезичних даних, що дозволяє передбачати можливі ризики для будівель і споруд.

Одним зі способів використання ШІ в геодезії є аналіз великої кількості даних, що отримуються в результаті моніторингу. Машинне навчання може допомогти виявити патерни та залежності між різними параметрами будівель і споруд, що дозволяє точніше передбачати їхню поведінку та виявляти можливі проблеми.

У загальному, застосування ШІ в геодезії може значно полегшити процес моніторингу будівель і споруд, знизити ймовірність виникнення аварій та нещасних випадків та забезпечити більш точне передбачення можливих ризиків та проблем.

Як приклад застосування ШІ при геодезичному моніторингу будівель та споруд можна зазначити використання роботів Dynamix.

Динамічні роботи (Dynamix) - це компанія, яка спеціалізується на розробці та виробництві роботизованих систем для геодезії та будівництва. Вони

розробляють і виготовляють різноманітні автоматичні роботи для виконання різних геодезичних завдань.

Одним з продуктів компанії Dynamix є роботизована станція для зйомки точок в режимі реального часу - Dynamix ScanStation. Ця система може вимірювати висоту, координати та кутові відстані точок на відстані до 1000 метрів з точністю до міліметра. Вона також має можливість підключення до додаткових датчиків, таких як GPS та акселерометри, що дозволяє отримувати додаткову інформацію про рух об'єктів та зміну їх положення.

Крім того, компанія Dynamix пропонує систему DynaTrack, яка використовує технологію LiDAR для сканування поверхні об'єктів та вимірювання їх положення та геометричних параметрів. Ця система дозволяє швидко та точно вимірювати відстані між точками та отримувати 3D-моделі будівель та споруд.

Динамічні роботи також розробляють та виробляють роботизовані маркери, що дозволяють швидко та точно вимірювати положення точок в просторі. Ці маркери можуть використовуватися як для робіт в закритих приміщеннях, так і на відкритому повітрі.

У загальному, роботи Dynamix є потужними та ефективними інструментами для виконання різних геодезичних завдань, які дозволяють отримувати точні та швидкі результати. Вони допомагають підвищити ефективність.

Dynamix - це компанія, яка займається розробкою та виробництвом роботів для геодезії. Роботи Dynamix можуть бути використані для вимірювання висот, відстаней, кутів та інших параметрів в будівництві, мапуванні та інженерних дослідженнях.

Один з основних продуктів компанії Dynamix - це робот з геодезичною станцією DynaTouch. Ця геодезична станція має технологію на основі штучного інтелекту, що дозволяє вирішувати задачі геодезії швидше та точніше.

Робот DynaTouch може працювати в автоматичному режимі, використовуючи вбудований сенсорний екран для вибору та налаштування параметрів вимірювання. Він може вимірювати висоти, відстані та кути з високою точністю та надійністю, завдяки використанню сучасних технологій, таких як GPS та лазерний дальномір.

Окрім того, робот DynaTouch має можливість підключення до Інтернету, що дозволяє відправляти дані в реальному часі до центральної бази даних для подальшого аналізу та обробки. Це дозволяє швидко та ефективно збирати та аналізувати дані, що збільшує ефективність та точність вимірювань.

Загалом, роботи Dynamix є корисними інструментами для геодезії, оскільки вони дозволяють виконувати вимірювання з високою точністю та ефек-

тивністю, знижують витрати часу та зусиль на проведення вимірювань та забезпечують можливість швидкого та точного аналізу даних.

Другий приклад застосування штучного інтелекту при геодезичному моніторингу будівель та споруд полягає в застосуванні машинного навчання для виявлення пошкоджень та дефектів в конструкціях. Наприклад, науковці з Національного університету Сінгапуру розробили алгоритм машинного навчання, який використовує нейромережі для аналізу даних з сейсмічних датчиків, що встановлені на будівлях [9]. Цей алгоритм може ефективно виявляти пошкодження в будівлях та спорудах, навіть якщо вони знаходяться під землею.

Інший приклад застосування штучного інтелекту при геодезичному моніторингу будівель та споруд полягає в застосуванні глибинного навчання для обробки даних відеоспостереження. Наприклад, науковці з університету Гонконгу розробили систему, яка використовує нейромережі для виявлення деформацій у будівлях з використанням відеоспостереження [10]. Система може ефективно виявляти місця з деформаціями та змінювати свої параметри в залежності від змін в стані будівлі.

Також, штучний інтелект може бути використаний для розв'язання задач моніторингу довкілля поблизу будівель та споруд. Наприклад, дослідження з університету Ньюкасла показали [3], що можна використовувати глибинне навчання для визначення забруднення повітря, води та ґрунту поблизу будівель. Система може аналізувати дані з сенсорів, що встановлені на будівлях та спорудах, і прогнозувати ризики забруднення навколишнього середовища.

Інший приклад застосування штучного інтелекту при геодезичному моніторингу будівель та споруд полягає в застосуванні геодезичних даних та аналітики даних для визначення точного місцезнаходження будівель та споруд. Застосування геодезичних даних та аналітики даних дозволяє визначати зміни в плані та висоті будівель, а також оцінювати їх стан з точки зору геодезичної точності.

Крім того, штучний інтелект може бути використаний для управління великими об'ємами даних, які збираються при моніторингу будівель та споруд. Наприклад, використання інструментів машинного навчання та аналітики даних дозволяє ефективно аналізувати великі об'єми даних та швидко виявляти проблеми, що відбуваються на будівлях та спорудах.

Ще один приклад застосування штучного інтелекту при геодезичному моніторингу будівель та споруд полягає в застосуванні технології LiDAR (лазерного зондування) для збору даних про поверхню землі та будівлі. Як зазначають фахівці ТОВ «Навігаційно-геодезичний центр», Система LiDAR здатна створювати тривимірні моделі з високою точністю, які можуть бути використані для аналізу

та моніторингу будівель та споруд. Наприклад, з його допомогою можна визначити деформації в будівлях та спорудах, виявляти пошкодження та зміни в структурі будівель.

Усі ці приклади застосування штучного інтелекту демонструють великий потенціал цієї технології для вдосконалення моніторингу будівель та споруд. Застосування штучного інтелекту дозволяє покращити точність та ефективність моніторингу, що може допомогти у зменшенні ризиків та підвищенні безпеки працівників та громадськості, які знаходяться поруч з будівлями та спорудами. Крім того, застосування штучного інтелекту може значно знизити час, який потрібен для збору та аналізу даних, що дозволяє більш ефективно використовувати ресурси та зменшує витрати.

Інший приклад застосування штучного інтелекту при геодезичному моніторингу будівель та споруд - це використання автономних дронів для збору даних [6]. Автономні дрони можуть бути програмовані для збору даних про будівлі та споруди, включаючи дані про висоту, форму та структуру. Ці дані можуть бути використані для побудови тривимірних моделей будівель та споруд, а також для визначення змін у плані та висоті будівель. Крім того, дрони можуть бути використані для огляду та інспекції будівель та споруд, що дозволяє зменшити ризик для працівників та зберегти час.

Інші застосування штучного інтелекту при геодезичному моніторингу будівель та споруд включають в себе використання технології відеозйомки та аналізу даних, що отримуються з камер та інших сенсорів, а також використання систем автоматичної обробки зображень для виявлення дефектів та пошкоджень будівель.

Висновки та перспективи подальших розвідок

Отже, застосування штучного інтелекту при геодезичному моніторингу будівель та споруд може значно підвищити ефективність та точність збору та аналізу даних, знизити ризики та підвищити безпеку працівників та громадськості, а також зменшити витрати та збільшити продуктивність процесів. Існують різноманітні приклади застосування штучного інтелекту в геодезичному моніторингу будівель та споруд, такі як використання машинного навчання для прогнозування зсувів ґрунту, використання автономних дронів для збору даних та системи автоматичної обробки зображень для виявлення дефектів та пошкоджень будівель. Застосування штучного інтелекту в геодезичному моніторингу будівель та споруд має великий потенціал для поліпшення безпеки, ефективності та продуктивності будівельних процесів.

Крім того, розвиток штучного інтелекту та його застосування в геодезії може допомогти розв'язати складні завдання, такі як прогнозування повеней, землетрусів та інших небезпечних явищ, зв'язаних з геодезією та будівництвом. Застосування штучного інтелекту може також збільшити точність та надійність геодезичних вимірювань та картографування, що може бути корисним для вирішення багатьох різних проблем, пов'язаних з геодезією та будівництвом.

У зв'язку з цим, можна стверджувати, що штучний інтелект вже знайшов своє застосування в геодезії та будівництві, а його можливості все ще досліджуються та розвиваються. Це відкриває безліч можливостей для покращення ефективності та точності будівельних процесів, зниження ризиків та збільшення безпеки працівників та громадськості, а також для створення нових інновацій та досягнень в галузі геодезії та будівництва.

Література

1. Larsson G. *Land registration and Cadastral Systems: tools for land information and management.* / G. Larsson. Esex: Longman Scientific and Technical, 1991. — P. 387.
2. Ranada, P. PH named country most affected by climate change in 2013. *Rappler*. December 3, 2014. Режим доступу: <https://www.rappler.com/science-nature/environment/76868-philippines-tops-global-climate-risk-index>
3. Nesterenko S. *Public Cadastral Maps as a Basis for a Construction of the Building General Layout.* / S. Nesterenko, R. Mishchenko, V. Shchepak, G. Shariy; In: Onyshchenko V., Mammadova G., Sivitska S., Gasimov A. (eds) // *Proceedings of the 2nd International Conference on Building Innovations. ICBI 2019. Lecture Notes in Civil Engineering*, 2020, vol 73. Springer, Cham. P. 161-170. https://doi.org/10.1007/978-3-030-42939-3_18
4. Teunissen P.J.G. *GPS for geodesy.* Teunissen P.J.G., Kleusberg A. (Eds.). / P.J.G. Teunissen, Y. Bock, G. Beutler et al. – Berlin : Springer, 1998. – 650 p. Режим доступу: <https://catalogue.nla.gov.au/>
5. Tregub M. *Substantiation of land management methods of industrial cities Theoretical and Practical Solutions of Mineral Resource Mining – Pivnyak, Bondarenko & Kovalevs'ka (eds).* / M. Tregub, Y. Trehub. Taylor & Francis Group, London, 2015. P. 449-452. <https://doi.org/10.1201/b19901-79>
6. W Mingming Modelling of the Parcel Pattern Impact / Mingming W, Nesterenko S., Shterdok E. // *International science and technology conference "Earth science". IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 272 (2019) 032085 doi:[10.1088/1755-1315/272/3/032085](https://doi.org/10.1088/1755-1315/272/3/032085)
7. Petrakovska O. *Urban planning in private property conditions in Ukraine. International Academic Group On Planning, Law And Property Rights.* / O. Petrakovska, A. Lizumova // *11th International Conference. Aalborg, Denmark – 11-13.th February 2009, planninglaw2009.land.aau.dk/doc/.*
8. Bagarinao R. *Households' Natural Disaster Preparedness: A View from a Second Class Municipality in a Developing Country Environment Asia.* / R. Bagarinao // *Environment Asia*, 2016. Vol 9(no. 2):158–164.

References

1. Larsson, G. (1991). *Land registration and Cadastral Systems: tools for land information and management.* Esex: Longman Scientific and Technical, 387.

2. Ranada, P. (2014). PH named country most affected by climate change in 2013. *Rappler*. December 3. Retrieved from: <https://www.rappler.com/science-nature/environment/76868-philippines-tops-global-climate-risk-index>
3. Nesterenko, S., Mishchenko, R., Shchepak, V., Shariy, G. (2020). Public Cadastral Maps as a Basis for a Construction of the Building General Layout. *Proceedings of the 2nd International Conference on Building Innovations. ICBI 2019. Lecture Notes in Civil Engineering, vol 73. Springer, Cham*, 161-170. https://doi.org/10.1007/978-3-030-42939-3_18
4. Teunissen, P. J. G., & Kleusberg, A. (1998). GPS for geodesy. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-72011-6>
5. Tregub M., Trehub Y. (2015) Substantiation of land management methods of industrial cities Theoretical and Practical Solutions of Mineral Resource Mining. *Taylor & Francis Group*, London. P. 449-452. <https://doi.org/10.1201/b19901-79>
6. Mingming W., Nesterenko S., Shterndok E. (2019). Modelling of the Parcel Pattern Impact. *International science and technology conference "Earth science". IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 272. doi:[10.1088/1755-1315/272/3/032085](https://doi.org/10.1088/1755-1315/272/3/032085)
7. Petrakovska O., Lizunova A. (2009). Urban planning in private property conditions in Ukraine. *International Academic Group On Planning, Law And Property Rights. Third Conference. Aalborg, Denmark.*, planninglaw2009.land.aau.dk/doc/
8. Bagarinao (2016). Households' Natural Disaster Preparedness. *A View from a Second Class Municipality in a Developing Country Environment Asia. Vol 9(2)* P. 158–164.

Рецензент: доктор економічних наук, професор К.А. Мамонов, Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, Україна.

Автор: ГОРБ Олександр Іванович
кандидат технічних наук, доцент кафедри земельного адміністрування та геоінформаційних систем Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова
E mail – a_gorb@ngc.com.ua
ID ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-0257-4941>

Автор: НЕСТЕРЕНКО Сергій Григорович
кандидат технічних наук, доцент кафедри земельного адміністрування та геоінформаційних систем Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова
E-mail – nesterenkosg34@gmail.com
ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5124-9728>

Автор: АФАНАСЬЄВ Олександр Валерійович
кандидат технічних наук, доцент кафедри земельного адміністрування та геоінформаційних систем Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова
E mail – Aleksandr.v.Afanasyev@gmail.com
ID ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7649-7576>

Автор: БАЙСТРУК Олександра Володимирівна
магістрант кафедри земельного адміністрування та геоінформаційних систем Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова
E mail – sasha140422@gmail.com
ID ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-4458-4929>

DIRECTIONS OF APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN GEODESIC MONITORING OF BUILDINGS AND STRUCTURES

O. Horb, S. Nesterenko, O. Afanasyev, O. Bastruk

O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Ukraine

The study determined the necessity of using artificial intelligence in solving the tasks of geodetic monitoring of buildings and structures. According to the results of the research, examples of the world experience of involving artificial intelligence in solving various issues of geodetic monitoring were found. The issues of using modern instrument equipment in conducting geodetic monitoring with the use of artificial intelligence are investigated.

Therefore, the application of artificial intelligence in geodetic monitoring of buildings and structures can significantly increase the efficiency and accuracy of data collection and analysis, reduce risks and increase the safety of workers and the public, as well as reduce costs and increase the productivity of processes. There are various examples of the application of artificial intelligence in geodetic monitoring of buildings and structures, such as the use of machine learning to predict landslides, the use of autonomous drones to collect data, and automatic image processing systems to detect defects and damage to buildings. The use of artificial intelligence in geodetic monitoring of buildings and structures has great potential for improving the safety, efficiency and productivity of construction processes.

In addition, the development of artificial intelligence and its application in geodesy can help solve complex tasks, such as predicting floods, earthquakes and other dangerous phenomena related to geodesy and construction. The application of artificial intelligence can also increase the accuracy and reliability of surveying and mapping, which can be useful for solving many different problems related to surveying and construction.

In this regard, it can be argued that artificial intelligence has already found its application in geodesy and construction, and its capabilities are still being explored and developed. This opens up many opportunities to improve the efficiency and accuracy of construction processes, reduce risks and increase the safety of workers and the public, as well as to create new innovations and achievements in the field of surveying and construction.

Keywords: artificial intelligence, geodetic monitoring, geoinformation system, automation, camera works, monitoring principles, building and construction monitoring data, geospatial analysis, construction objects.