

УДК 69:002;72.025;721

**Терентьев Александр Александрович**

Кандидат технічних наук, доцент кафедри інформаційних технологій, [orcid.org/0000-0001-6995-1419](https://orcid.org/0000-0001-6995-1419)  
Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

**Баліна Олена Іванівна**

Кандидат технічних наук, доцент кафедри інформаційних технологій проектування та прикладної математики, [orcid.org/0000-0002-2928-8459](https://orcid.org/0000-0002-2928-8459)  
Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

**Шабала Євгенія Євгенівна**

Старший викладач кафедри інформаційних технологій, [orcid.org/0000-0002-0428-9273](https://orcid.org/0000-0002-0428-9273)  
Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

**Турушев Александр Сергійович**

Студент  
Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

## РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ПРОЕКТУВАННЯ ТА КОНТРОЛЮ МІСЦЕПОЛОЖЕННЯ МОБІЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ

***Анотація.** Актуальність проведених досліджень обумовлено розробкою створення системи контролю за місцеположенням мобільних об'єктів із застосуванням геоінформаційних технологій, яка зводиться до розробки математичних моделей, методів визначення маршруту за даними GPS приймача, програмних процесорів, тобто до реалізації розробленої концептуальної моделі в реальних програмних об'єктах, в таблицях баз даних і об'єктах інтерфейсу з користувачем. Однією із проблем, що характерна для сучасного рівня інформатизації, є така можливість, як мобільність та широке впровадження і застосування різноманітних засобів зв'язку і контролю за місцеположенням різноманітних об'єктів. Для розв'язку цієї задачі застосовують так звану систему контролю за місцеположенням – GPS “Global Positioning System”. Ця система в поєднанні з можливостями ГІС дає повну інформацію, як координатну так і візуальну (положення на карті) про об'єкт, за яким ведеться спостереження. Об'єкт картографічного моделювання – це та частина об'єктивної реальності, що пізнається методом картографічного моделювання, це ті об'єктивні матеріальні явища або абстрактні та штучні конструкції, які дослідник уявляє собі як конкретну сукупність незалежних від його свідомості явищ, що підлягають вивченню.*

***Ключові слова:** геоінформаційні технології; мобільні об'єкти; GPS-приймач*

### Вступ

Сучасні інформаційні системи являють собою новий тип інтегрованих інформаційних систем, які з одного боку включають методи обробки даних багатьох наявних автоматизованих систем (АС), з другого – володіють специфікою в організації і обробки даних.

Практично це визначає ГІС як багатоцільові, багатоаспектні системи, яким необхідний комплексний підхід к дослідженню та вибору інформаційної основи і типів оброблюваних даних.

Органічне поєднання картографії з можливостями обробки баз даних та іншої аналітичної інформації розкриває можливості для створення принципово нових інформаційних шарів, швидкої обробки наявних даних та підготовки на їх основі різноманітних довідкових матеріалів.

Інформаційні системи використовують різноманітні дані про об'єкти та характеристики земної поверхні, інформацію про форми та зв'язки між об'єктами, різноманітні атрибутивні відомості.

Характерною властивістю об'єктів інформаційних систем є можливість їх графічного відображення засобами ГІС, в тому вигляді, який людина сприймає найкраще.

Щоб повністю відобразити геооб'єкти реального світу та всі їх властивості, необхідно застосування моделей, що зберігають основні властивості об'єктів дослідження та не містять другорядних властивостей.

За допомогою цих моделей інформаційні системи зберігають та відображають об'єкти. ІС – це автоматизована інформаційна система, що призначена для обробки просторово-часових даних, основою інтеграції яких слугує географічна інформація.

На основі географічної інформації формуються геооб'єкти відповідно до обраної моделі даних.

Сукупність тематично пов'язаних геооб'єктів, організованих у вигляді єдиної сутності являє собою шар. Деяка сукупність шарів складає карту.

Для того щоб представляти географічну інформацію (шар, карту) в електронному вигляді, необхідно дотримуватись деякого формату. Різноманітність наявних форматів обумовлена великою кількістю інструментальних геоінформаційних систем [1].

### Мета статті

Отже, метою даної роботи є розробка системи контролю місцеположення мобільних об'єктів із застосуванням інформаційних технологій.

Одним із етапів розвитку сучасної науки, де широко застосовуються можливості ІС-технології, є GPS системи. Тобто технологія глобальної системи позиціонування (GPS) – це революційний метод картографування та збирання географічних даних. Спочатку він був розроблений як система для навігації і визначення часу для військового використання. GPS стала провідною технологією для збирання даних і загального картографування за допомогою геоінформаційних систем (ГІС). Дякуючи своїй точності та 24-годинній доступності по всьому світу, GPS ідеально підходить для збирання інформації, необхідної для створення точних карт.

Останнім часом стає дуже актуальним питання про слідкування та контроль за різноманітними мобільними об'єктами, від пересічного туриста, який має свій персональний GPS приймач, до стратегічних військових потреб.

### Виклад основного матеріалу

Однією із проблем, що характерна для сучасного рівня інформатизації, це така можливість, як мобільність та широке впровадження і застосування різноманітних засобів зв'язку і контролю за місцеположенням різноманітних об'єктів. Для розв'язку цієї задачі застосовують так звану систему контролю за місцеположенням – GPS “Global Positioning System”.

Ця система в поєднанні з можливостями ГІС дає повну інформацію, як координатну так і візуальну (положення на карті) про об'єкт, за яким ведеться спостереження.

Завдяки ГІС маємо можливість відслідковувати рух мобільного об'єкта та накладати його траєкторію на будь-яку карту місцевості, використовуючи шари слідкування за об'єктом на певному тематичному шарі.

Практична реалізація взаємодії картографії і геоінформатики здійснюється в рамках ГІС, які дозволяють втілювати новий підхід в інформаційній

діяльності, що характеризується перестановкою акцентів від процесів збирання інформації (одержання інформаційної “сировини”) до процесів її інтелектуальної обробки.

Якщо проаналізувати наведену вище концептуальну модель системи, то стає очевидним, що вхідні дані D0 (дані з GPS) та D4 (дані про запланований маршрут) на даний час уже існують і не потребують додаткової розробки [2].

*Технічні засоби визначення GPS-координат*

“GPS” – це перші букви англійських слів “Global Positioning System” – глобальна система місцеположення.

GPS складається з 24 штучних супутників Землі, мережі наземних станцій спостереження за ними і необмеженою кількістю користувальницьких приймачів-обчислювачів. Перший супутник для роботи GPS був запущений у лютому 1978 року. Сьогодні система містить у собі 28 супутників. Для покриття земної кулі необхідно тільки 24 супутника, інші виступають у якості запасних. Супутники розподілені по шести орбітах на висоті близько 20 000 км (по чотири супутники на кожній орбіті) і мають нахил 55° стосовно екватора. Вони рухаються зі швидкістю близько 3 км/з (два обороти навколо Землі менш ніж за добу).

Така конфігурація системи дозволяє приймати сигнал відразу від декількох супутників практично в будь-якому місці Землі (за винятком деяких приполярних областей).

“GPS” призначена для визначення поточних координат користувача на поверхні Землі чи в навіолоземному просторі.

*Навігація*

По радіосигналах супутників GPS-приймачі користувачів стійко і точно визначають поточні координати місця розташування. Похибки не перевищують десятків метрів. Цього цілком достатньо для рішення завдань навігації мобільних об'єктів (літаки, кораблі, космічні апарати, автомобілі).

Основи системи GPS можна розбити на п'ять основних підпунктів:

1. Супутникова трилатерація – основа системи;
2. Супутникова дальнометрія – вимір відстаней до супутників;
3. Точна тимчасова прив'язка – для чого потрібно синхронізувати годинник у приймачі і на супутнику і для чого потрібен 4-й космічний апарат;
4. Розташування супутників – визначення точного положення супутників у космосі;
5. Корекція помилок – облік помилок внесених затримками в тропосфері й іоносфері.

*Супутникова трилатерація*

Отже, задачею трилатерації (триангуляції) є обчислення координат об'єкта шляхом виміру його дальності від точок із заданими координатами.

У нашому випадку об'єктом є GPS-приймач, а точками із заданими координатами – три супутники системи GPS.

Припустимо, що відстань від одного супутника відома і ми можемо описати сферу заданого радіуса довкола нього.

Якщо ми знаємо також відстань і до другого супутника, то обумовлене місце розташування буде розташовано десь у колі, що задається перетинанням двох сфер.

Третій супутник визначає дві точки на колі (рис. 1).

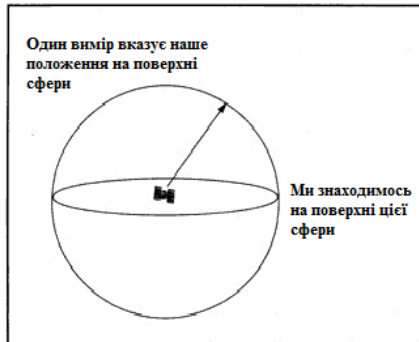


Рисунок 1 – Визначення двох точок на колі

Тепер залишається тільки вибрати правильну точку (рис. 2).

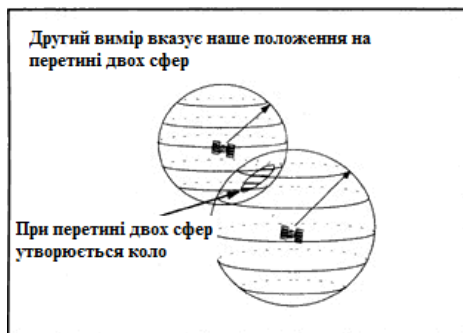


Рисунок 2 – Вибір правильної точки

Однак одна з точок завжди може бути відкинута, тому що вона має високу швидкість переміщення або знаходиться на чи під поверхнею Землі. Таким чином, знаючи відстань до трьох супутників, можна обчислити координати обумовленої точки.

*Точна часова прив'язка*

Як зазначалось вище, обчислення прямо залежать від точності ходу годинника. Код має генеруватися на супутнику і приймачі в той самий час. На супутниках встановлений атомний годинник, який має точність біля однієї наносекунди.

Однак це занадто дорого, щоб установлювати такий годинник у кожен GPS приймач, тому виміри від четвертого супутника використовуються для усунення помилок ходу годинника приймача. Ці виміри можна використовувати для усунення

помилки, що виникають, якщо годинник на супутнику і у приймачі не синхронізовані.

Для наочності, ілюстрації показують ситуацію на площині, тому що тільки три супутники необхідно для обчислення місця розташування об'єкта (рис. 3 і 4).

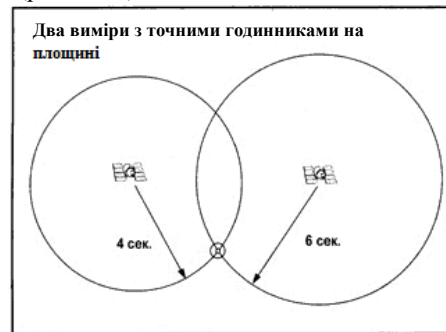


Рисунок 3 – Обчислення місця розташування об'єкта

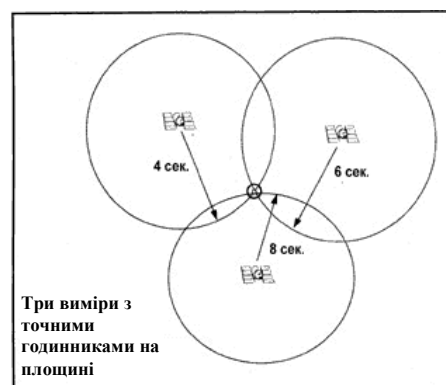


Рисунок 4 – Обчислення місця розташування об'єкта

*Розташування супутників*

Система NAVSTAR має 24 робітників з орбітальним періодом у 12 годин на висоті приблизно 20200 км від поверхні Землі. У шести різних площинах, які мають нахил до екватора в 55°, розташовано по 4 супутники. Зазначена висота необхідна для забезпечення стабільності орбітального руху супутників і зменшення фактору впливу опору атмосфери.

Міністерство Оборони США здійснює безупинне спостереження за супутниками. На кожному супутнику розташовано кілька високоточних атомних годинників і вони безупинно передають радіосигнали з власним унікальним ідентифікаційним кодом (рис. 5).

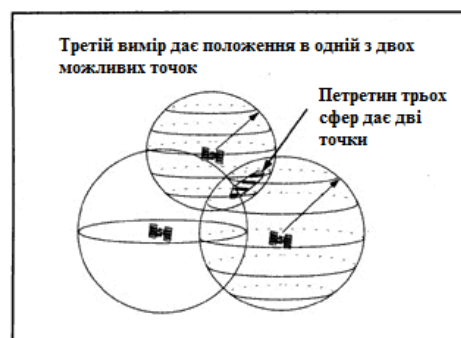


Рисунок 5 – Розташування супутників у космосі

*Корекція помилок*

Деякі джерела помилок, що виникають під час роботи GPS, важко виправити. Обчислення припускають, що сигнал поширюється з безупинною швидкістю, яка дорівнює швидкості світла. Однак, у реальності все набагато складніше. Швидкість світла є константою тільки у вакуумі. Коли сигнал проходить через іоносферу (шар заряджених частинок на висоті 130-290 км) і тропосферу, його швидкість поширення зменшується, що призводить до помилок у виміри дальності. У сучасних GPS приймачах використовують всілякі алгоритми усунення цих затримок.

Іноді виникають помилки в ході атомних годинників і орбітах супутників, але вони зазвичай незначні і ретельно відслідковуються зі станцій спостереження [3].

*Особливості геосистем як об'єктів інформатизації*

Якщо подати науку у вигляді складної системи, субсистеми процесу наукового дослідження становлять такі сім компонентів: суб'єкт, об'єкт, предмет, мета, підхід, засоби, результат. Ці компоненти взаємопов'язані і взаємообумовлені, тому їх роздільний аналіз потребує постійного обліку всього комплексу.

В науці виділяють три найголовніші сторони, з яких вона може аналізуватися: об'єктно-предметна, коли враховується об'єкт наукового пізнання; методично-дослідницька, коли зважається на досвід, яким пізнається істина; практично-цільова, коли враховується кінцева практична ціль, заради якої розпочинається наукове дослідження.

Загальна теорія картографії це вчення про предмет, метод і об'єкти дослідження картографії. Вона дає міцну базу для розвитку окремих теорій картографічної науки, серед яких зростає в своєму значенні теорія картографічного моделювання, мови карт, картографічної генералізації і системної організації змісту карт (реєстру).

Картографія, як природничо-наукова дисципліна за об'єктом, є абстрактно-математизованою за методом. Картографічна модель відображає реальні просторово-часові відношення об'єктивного світу.

Картографічне моделювання усіма своїми гранями тісно пов'язане з тими об'єктами і явищами, які воно відображає. У науковій практиці моделювання розуміється доволі широко, як створення і вивчення певного замітника реального об'єкта. Цей замітник – модель, яка знаходиться в певному співвідношенні з об'єктом, який вивчається, а одержані за допомогою моделі висновки переносяться на реальний об'єкт.

Потреба моделювати, різнобічність реальних об'єктів потребує співвіднесення моделі з самим об'єктом, з усіма його властивостями і відносинами.

Наголошувалось, що картографічному моделюванню доступні не тільки зовнішні форми, а також сутність, внутрішній зміст явищ. І ці моделі служать нам не тільки для реалізації накопичених знань (для передачі інформації), а також треба особливо підкреслити цей факт, як засіб набуття нових знань.

Таким чином, картографічне моделювання характеризує процеси картографування та використання карт із загальнонаукових методологічних позицій, як спосіб наукового пізнання навколишнього світу.

Об'єкт картографічного моделювання – це та частина об'єктивної реальності, що пізнається методом картографічного моделювання, це ті об'єктивні матеріальні явища або абстрактні та штучні конструкти, які дослідник уявляє собі як конкретну сукупність незалежних від його свідомості явищ, що підлягають вивченню.

*Система реєстру транспортної мережі*

Система реєстру може вирішувати такі типові задачі:

- створення та ведення картографічної моделі транспортної мережі;
- моделювання процесів розвитку транспортної мережі та рівня обслуговування по районах;
- визначення оптимальних схем пересування по транспортній мережі з використанням транспорту чи/або власного транспорту (відстань, час, мінімальна кількість пересадок загальноміського транспорту).

Реєстр вулиць і моделі вулично-дорожньої мережі визначають систему реєстрації назв вулиць та їх місце розташування. В базі даних реєстру вулиць фіксується така інформація: код вулиці, тип вулиці (вулиця, проспект, бульвар, площа, шлях, дорога), назва вулиці, дата останнього найменування вулиці, номер документу про перейменування, опис місця розташування вулиці, історична довідка виникнення вулиці та її назви. У базі даних створюється два розділи сучасного стану та історії вулиці (ретробаза реєстру). Структура ретророзділу подібна до розділу сучасного стану, але в ньому фіксуються дані про зміни в історії розвитку вулиці [4].

**Висновки**

У результаті роботи була розроблена система контролю за місцеположенням мобільних об'єктів із застосуванням геоінформаційних технологій, яка зводиться до розробки математичних моделей, методів визначення маршруту за даними GPS приймача, програмних процесорів, тобто до реалізації розробленої концептуальної моделі в реальних програмних об'єктах, в таблицях баз даних і об'єктах інтерфейсу з користувачем.

## Список літератури

1. *Электронный архив Житомирского государственного технологического университета. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.urau.donetsk.ua/masters/2013/igg/verkholantseva/library/svitluchniu>.*
2. *<http://kadastrua.ru/kursovye-raboty/882-kursovaaya-rabota-ispolzovanie-gis-tekhnologij-na-primere-digital-s-dlya-uporyadochivaniya-zemlepolzovaniy-gorodskikh-territoriy.html>.*
3. *Геоінформаційні системи та інформаційні технології у військових і спеціальних задачах. «Січневі ГІСи». Збірка матеріалів, статей, доповідей і тез III науково-практичного семінару 27 січня 2012 року. – Львів : АСВ, 2012. – 294 с.*
4. *Нормативні документи з питань обстежень, паспортизації, безпечної та надійної експлуатації виробничих будівель і споруд. – К.: НДІБВ, 2003.–С.144.*
5. *Правила оценки физического износа жилых зданий (ВСН 53-86 (р)) //Госгражданстрой. –М.: Прейскурантизмдат, 1988. –С.72.*
6. *Гайна Г.А. Концепція багатомодельного підходу до розробки інтелектуальних СППР у містобудуванні // Управління розвитком складних систем. – К. : КНУБА, 2010. – № 1. – С. 28.*
7. *Гайна Г.А., Золотова Н.С. Задачі побудови інформаційної технології навчання системи автоматизованого прийняття рішень // Управління розвитком складних систем. – К. : КНУБА, 2010. – № 2. – С. 20.*
8. *Терентьев, О. О. Основы организации нечеткого вывода для задачи диагностики технического состояния зданий и сооружений [Текст]: сб. науч. пр. / О. О. Терентьев, Е. Е. Шабала, Б. С. Малина. – К.: Управління розвитком складних систем. – 2015. – № 22. – С. 138–143.*
9. *Терентьев О. О. Інформаційна технологія системи діагностики технічного стану будівель на основі дослідження мікросейсмічних коливань / О. О. Терентьев, Е. Е. Шабала, Б. С. Малина // Управління розвитком складних систем. – 2015. – Вип. 23(1). – С. 133-139.*
10. *Терентьев О. О. Інформаційні технології оцінки технічного стану будівельних конструкцій із застосуванням нечітких моделей / О. О. Терентьев, О. Б. Полтораки // Нові технології в будівництві. – 2013. – № 25-26. – С. 57-61.*

Стаття надійшла до редколегії 10.02.2016

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. С.В. Цюцюра, Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ.

**Терентьев Александр Александрович**

Кандидат технических наук, доцент кафедры информационных технологий, [orcid.org/0000-0001-6995-1419](http://orcid.org/0000-0001-6995-1419)  
Киевский национальный университет строительства и архитектуры, Киев

**Балина Елена Ивановна**

Кандидат технических наук, доцент кафедры информационных технологий и прикладной математики, [orcid.org/0000-0002-2928-8459](http://orcid.org/0000-0002-2928-8459)

Киевский национальный университет строительства и архитектуры, Киев

**Шабала Евгения Евгеньевна**

Старший преподаватель кафедры информационных технологий, [orcid.org/0000-0002-0428-9273](http://orcid.org/0000-0002-0428-9273)

Киевский национальный университет строительства и архитектуры, Киев

**Турушев Александр Сергеевич**

Студент

Киевский национальный университет строительства и архитектуры, Киев

**РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ  
И КОНТРОЛЯ МЕСТОНАХОЖДЕНИЯ МОБИЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ**

**Аннотация.** Актуальность проведенных исследований обусловлена разработкой создания системы контроля за местоположением мобильных объектов с применением геоинформационных технологий, которая сводится к разработке математических моделей, методов определения маршрута по данным GPS приемника, программных процессоров, то есть к реализации разработанной концептуальной модели в реальных программных объектах, в таблицах баз данных и объектах интерфейса с пользователем. Одной из проблем, которая характерна для современного уровня информатизации, это такая возможность, как мобильность и широкое внедрение и применение различных средств связи и контроля за местоположением различных объектов. Для решения этой задачи применяют так называемую систему контроля за местоположением – GPS "Global Positioning System". Эта система в сочетании с возможностями ГИС дает полную информацию, как координатную так и визуальную (положение на карте) об объекте, по которому ведется наблюдение. Объект картографического моделирования – это та часть объективной реальности, которая познается методом картографического моделирования, это те объективные материальные явления или абстрактные и искусственные конструкты, которые исследователь представляет себе как конкретную совокупность независимых от его сознания явлений, подлежащих изучению.

**Ключевые слова:** геоинформационные технологии; мобильные объекты; GPS-приемник

**Terentyev Olexandr**

PhD (Eng.), Associate Professor, [orcid.org/0000-0001-6995-1419](https://orcid.org/0000-0001-6995-1419)

Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv

**Balina Helena**

PhD (Eng.), Associate Professor, Department of information technology and applied mathematics, [orcid.org/0000-0002-2928-8459](https://orcid.org/0000-0002-2928-8459)

Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv

**Shabala Yevgeniya**

Senior teacher, [orcid.org/0000-0002-0428-9273](https://orcid.org/0000-0002-0428-9273)

Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv

**Turushev Alexandr**

Student, [orcid.org/0000-0001-6995-1419](https://orcid.org/0000-0001-6995-1419)

Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv

**DEVELOPMENT OF INFORMATION TECHNOLOGY ENGINEERING  
AND CONTROL LOCATION OF MOBILE OBJECTS**

**Abstract.** The relevance of the research due to the development of creating a system of monitoring the location of mobile objects using GIS technology, which reduces the development of mathematical models and methods of determining the route for this GPS receiver, processor software that is designed to implement the conceptual model in real software objects tables in the database and user interface objects. One of the problems is typical for the current level of information possible, mobility and widespread adoption and use of a variety of communication and control of the location of various objects. For the solution of this problem used so-called system of control over the location – GPS "Global Positioning System" This system, combined with the capabilities of GIS gives full information as coordinate and visual (position on the map) of the object monitored Rev. 'cartographic modeling object – this part of objective reality, known by cartographic modeling is the objective physical phenomena or abstract and artificial constructs that researcher imagines how a specific set independent of his consciousness phenomena to be studied.

**Keywords:** geoinformation technologies; mobile objects; GPS receiver

**References**

1. Electronic Archive Zhytomyrsk tehnolohycheskoho state-owned university. [Electronic resource]. – Access mode: <http://www.uran.donetsk.ua/masters/2013/igg/verkhohantseva/library/svitluchniu>.
2. <http://kadastrua.ru/kursovye-raboty/882-kurosovaya-rabota-ispolzovanie-gis-tekhnologij-na-primere-digitaly-dlya-uporyadochivaniya-zemlepolzovaniy-gorodskikh-territoriy.html>.
3. Information systems and information technology in military and special tasks. (2012). "The January HISy." Collection materials, papers, reports and theses III scientific workshop January 27, 2012. Lviv: DIA, 294.
4. Regulations on surveys, certification, safe and reliable operation of industrial buildings. (2003). Kyiv, Ukraine: NDIBV, 144.
5. The rules of evaluation of physical deterioration of residential buildings (VSN 53-86 (p)) (1998)./ Gosgrazhdanstroy. Moscow, Russia: Preyskurantizdat, 72.
6. Gayna, G.A. (2010). The concept many models approach to the development of intelligent DSS in urban planning. Management of development of complex systems. Kyiv, Ukraine: KNUBA, 1, 28.
7. Gayna, G.A., Zolotova, N.S. (2010). The tasks of building information technology computer-aided learning 8. The decisio. Management of development of complex systems. Kyiv, Ukraine: KNUBA, 2, 20.
8. Terentyev, O.O. Shabala, E.E., Malina, B.S. (2015). Fundamentals of fuzzy inference tasks for diagnostics of technical condition of buildings and structures [Text]: Coll. Science. pr. Kyiv, Ukraine: Management of development of complex systems, 22, 138-143.
9. Terentyev, O.O. Shabala, E.E., Malina, B.S. (2015). Information technology diagnostic system technical condition of buildings based on studies of macroseismic. Management of development of complex systems, 23(1), 133-139.
10. Terentyev, O.O., Poltorak, O.B. (2013). Technical condition assessment of building structures using fuzzy models. New technologies in construction, 25-26, 57-61.

**Посилання на публікацію**

- APA Terentyev, Alexandr, Shabala, Yevgeniya, Helena, Balina, & Turushev, Alexandr, (2016). Development of information technology design and control mobile object location. Management of Development of Complex Systems, 25, 133 – 138 [in Ukrainian].
- ГОСТ Терентьев О.О. Разработка информационной технологии проектирования та контролю місцеположення мобільних об'єктів [Текст] / О.О. Терентьев, О.І. Баліна, Є.Є. Шабала, О.С. Турушев // Управління розвитком складних систем. – 2016. – № 25. – С. 133 – 138.