

УДК 374: 528.88 + 528.92

Наталія Алексик, Тамара Яковлева,  
Ольга Томченко, Світлана Бабійчук

## РЕЗУЛЬТАТИ ЗАСТОСУВАННЯ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ ТА ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ У НАУКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКИХ РОБОТАХ УЧНІВ МАЛОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ

Розглянуто науково-дослідницьку роботу дійсного члена МАН України, виконану в секції «ГІС у географії» відділення наук про Землю Київської Малої академії наук із застосуванням сучасних геоінформаційних технологій та матеріалів дистанційного зондування Землі на прикладі дослідження процесів історичних змін і сучасного стану території Києво-Печерської лаври. Робота доповнена ілюстрованими порівняннями розширення території Лаври на історичних картах з X по XVIII ст. Досліджено зміну меж охоронної зони ЮНЕСКО і знайдено та нанесено на карту найвищу новобудову навколо території Києво-Печерської лаври. Вивчено сучасний стан оборонних укріплень Київської фортеці навколо заповідника.

**Ключові слова:** геоінформаційна система, дистанційне зондування Землі, космічний знімок, Києво-Печерська лавра, високоповерхова забудова.

**Постановка проблеми.** Сучасні темпи впровадження інформаційних систем і зростання стандартів середньої освіти зумовлюють потребу активного ознайомлення школярів з основами геоінформатики. Мала академія наук першою в Україні почала реалізовувати цю інноваційну ідею — застосування даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) і геоінформаційних (ГІС) технологій в науково-дослідницьких роботах учнів секції «ГІС у географії» відділення наук про Землю — на рівні середньої освіти. Так за останні 5 років учні — члени МАН виконали низку географічних робіт, які засвідчили їхню зацікавленість у цьому новому напрямі і можливість його успішної реалізації.

У статті наведено роботу учениці 10 класу гімназії № 178 м. Києва Наталії Алексик, що 2019 р. посіла призове місце на II етапі Всеукраїнського конкурсу-захисту науково-дослідницьких робіт учнів — членів МАН України.

Об'єктом дослідження було обрано Києво-Печерську лавру, яка внесена до списку спадщини Організації Об'єднаних Націй з питань освіти, науки і культури (скорочено укр. мовою — ЮНЕСКО,

англ. — *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*), що сприяє збереженню і відродженню усіх культурних та історичних об'єктів, які розташовані на її території. У різні періоди часу зображення Києво-Печерської лаври на карті змінювалося: території розширювалися або звужувалися, кордони зазнавали змін, а за радянських часів зображення пам'ятки взагалі було умовним. Сучасний вигляд Лаври значно відрізняється від того, що було 1000 років тому: частина територій перестала бути підконтрольною, інша зазнала природних змін, а деякі частини були забудовані (рис. 1). Дослідження процесів історичних змін і сучасного стану території Києво-Печерської лаври і стало темою дослідження, обумовивши актуальність роботи.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Використання ГІС-технологій у шкільній програмі та позашкільній дослідницькій діяльності вивчають Л. М. Даценко, В. І. Остроух, С. М. Бабійчук та ін. [1–5]. Так, у своїй роботі Л. М. Даценко [5] стверджує, що геоінформаційна компетенція учнів набуває все більшої актуальності у світі,



1900-ті роки



Сучасний вигляд

Рис. 1. Спотворення панорами печерських пагорбів навколо Лаври сучасною забудовою

оскільки курси геоінформаційних систем у багатьох високорозвинутих країнах світу є обов'язковими в шкільній програмі. За словами С. М. Бабійчук, в Україні геоінформаційні системи теж поступово запроваджуються в позашкільній освіті через природничі дисципліни Малої академії наук у формі застосування ГІС та ДЗЗ-технологій у дослідницькій діяльності учнів [1–4].

**Мета статті:** навести приклад успішної реалізації науково-дослідницької роботи учня — члена МАН України із застосуванням ГІС/ДЗЗ-технологій на прикладі дослідження історії забудови Києво-Печерської лаври.

Наукове дослідження складалося з таких етапів:

- аналіз історичної розбудови й ілюстроване порівняння розширення комплексу споруд Києво-Печерської лаври на базі архівних картографічних матеріалів;
- дослідження зміни межі сучасної буферної (охоронної) зони об'єктів ЮНЕСКО в Києві;
- виявлення і картування незаконних багатопверхових забудов поблизу Лаврського заповідника як об'єкта ЮНЕСКО.

### Виклад основного матеріалу

#### *Ілюстративне порівняння розширення комплексу споруд Лаври на базі історичних карт*

Перший етап написання дослідницької роботи зумовила необхідність проаналізувати історію забудови Києво-Печерської лаври і зробити ілюстроване порівняння розширення комплексу її споруд на базі історичних карт і планів із застосуванням геоінформаційних технологій. Для порівняння забудови території Києво-Печерської лаври відповідно до історичної

періодизації як основа були використані архівні картографічні матеріали з робіт М. В. Закревського [6], а також картографічні дані радянського і сучасного періодів, які були зведені в єдину систему координат і накладені на знімки сучасних супутникових карт в єдину ГІС.

За наведеними нижче фрагментами карт можемо простежити динаміку розширення території Києво-Печерської лаври за століттями. На перших трьох планах Києва з Х по XIV ст. квартальної забудови немає і територія Лаври позначена умовно (рис. 2, а–в), а на останньому плані XVIII ст. вже можемо побачити деталізацію території Лаври, також споруду «Арсеналу» і житлову забудову Нова Слобода на Печерську (рис. 2, г).

#### *Межі сучасної буферної (охоронної) зони об'єктів ЮНЕСКО в Києві*

Другим напрямом роботи було винесення на космоснімки в програмі «Google Earth» меж охоронної буферної зони ЮНЕСКО і дослідження сучасної забудови навколо території Києво-Печерської лаври.

1990 р. Києво-Печерську лавру було внесено до списку об'єктів ЮНЕСКО. Так розпочалася робота з відновлення та реставрації її споруд після руйнування, якого пам'ятка зазнала за часів Другої світової війни. Відповідно до карти охоронної зони монастиря, що є на сайті ЮНЕСКО, територія Лаври перебуває під охороною разом зі спорудою відновленого Успенського собору. Останнім часом гостро постало питання зі змінами меж буферної зони Києво-Печерської лаври, оскільки 2011 р. попереднє керівництво



Міністерства культури затвердило спільну охоронну зону для двох пам'яток — Лаври і Софії Київської, але ці зміни не було узгоджено з ЮНЕСКО і не визнано наступним керівництвом, тому вони досі залишаються під питанням (рис. 3).

В охоронній (буферній) зоні забороняються перетворення, що призводять до порушення традиційного характеру міського середовища і зменшення його історико-культурного і композиційно-художнього потенціалу, а саме:

- нове будівництво за винятком території із садибною забудовою та спорудження об'єктів інженерно-транспортної інфраструктури;

- зміни історичного розпланування;
- перевищення при реконструкції будівель висоти наявної забудови;
- порушення історичного силуету панорами Києво-Печерської лаври;
- порушення цінних видів, що визначають своєрідність сприйняття панорами Києво-Печерської лаври з лівого берега Дніпра;
- зменшення меж історичних зелених насаджень та розміщення зовнішньої реклами та тимчасових споруд.

Отже, Києво-Печерська лавра є об'єктом ЮНЕСКО, і, згідно з чинним законодавством, на

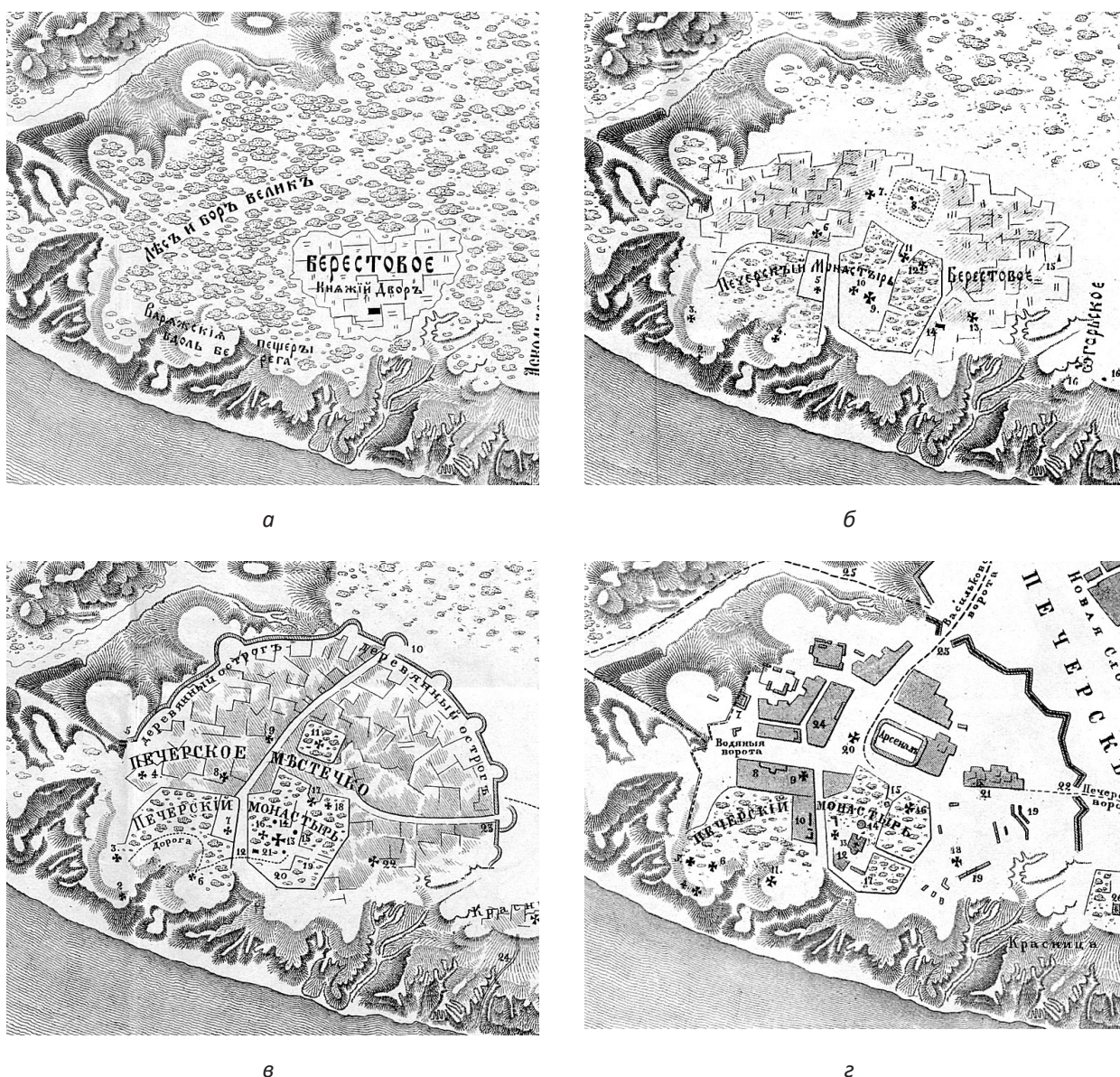


Рис. 2. Порівняння розширення території Лаври за архівними картографічними матеріалами з робіт М. В. Закревського: а — план Києва Х ст. (під час правління княгині Ольги); б — план Києва від 988 до 1240 р., тобто до зруйнування його Батиєм; в — план Києва від 1400 до 1600 р.; г — план Києва від 1700 до 1800 р. [6]



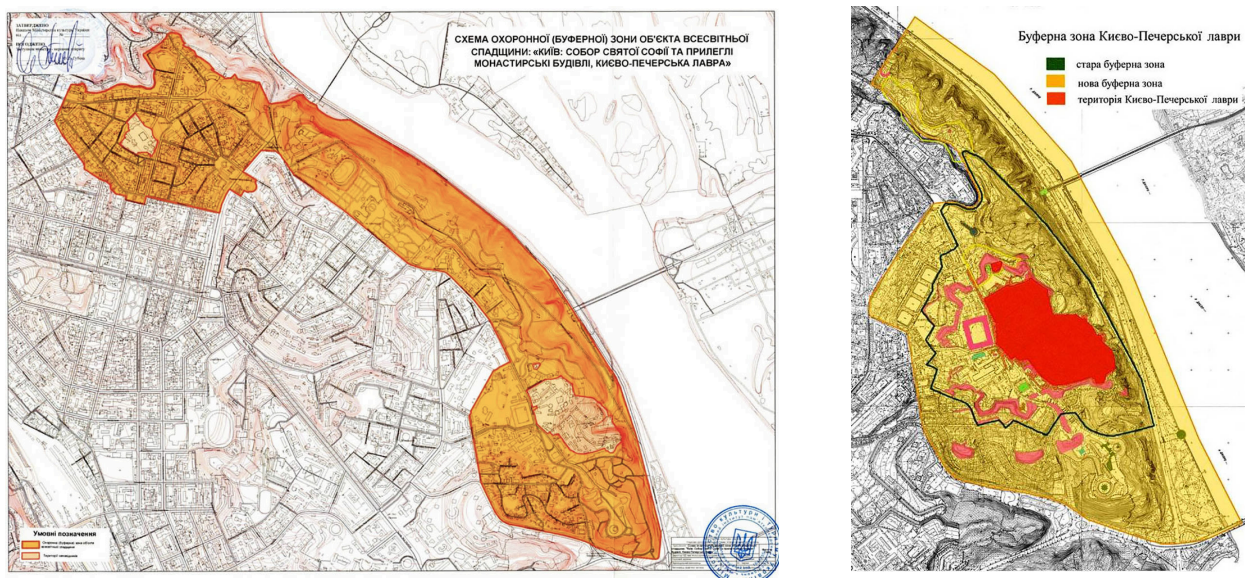


Рис. 3. Запроектована буферна зона об'єкта Всесвітньої спадщини навколо Києво-Печерської лаври й ансамблю споруд Софійського собору, поєднана територією пам'ятки місцевого ландшафтного значення «Історичний ландшафт київських гір і долини р. Дніпро»

територіях буферних зон пам'яток всесвітньої спадщини ЮНЕСКО, а також на територіях зон охоронюваного ландшафту нове будівництво заборонене. Тож для збереження композиційно-художніх якостей пам'яток архітектури і їх домінантного місця в силуеті забудови в процесі проектування слід виявити і врахувати зони формування видових точок, фронтів і територій, з яких ці об'єкти сприймаються.

#### **Виявлення та картування незаконних високоповерхових забудов поблизу Лаврського заповідника як об'єкта ЮНЕСКО**

Третій напрям дослідження — виявлення незаконної забудови навколо територій заповідника, яку видно на сучасних космічних знімках.

Для цього було винесено межі буферної зони за рекомендаціями ЮНЕСКО навколо Лаври в програмі *Google Earth*, виокремлено найвищі споруди за довжиною тіней і розраховано відстані від них до межі буферної зони Лаври 2008 р. (табл. 1). Таким чином визначено, що найближчими «скандальними хмарочосами» є: ЖК «Лейпцизька» (вул. Лейпцизька, 13) — розташований безпосередньо на межі буферної зони; бізнес-центр «Сенатор» (вул. Московська, 32/2) — побудований на відстані 300 м від буферної зони; ЖК «Diamond Hill» (вул. І. Мазепи, 11 б) — розташований на відстані 100 м від буферної зони (рис. 4). Фактичний рекордсмен за висотою — будинок на Кловському узвозі, 7а (ЖК «Carnegie Center»),

Таблиця 1

#### **Найвищі будівлі Києва**

Назва споруди	Висота споруди по даху, м	Кількість поверхів	Висота над рівнем моря, м
Велика лаврська дзвіниця	96,5	—	196
Монумент «Батьківщина-Мати»	102	—	168
Київська телевежа	385	—	191
ЖК «Carnegie Center»	168	48	175
БФК «Gulliver»	160	35	143
ЖК «Diamond Hill»	≈ 78	26	197
БЦ «Сенатор»	≈ 60	19–?	198
ЖК «Лейпцизька»*	≈ 54	17–?	185

\* будівництво не завершено





а



б



в



г



д

Рис. 4. Розташування найвищих будівель у найближчому оточенні буферної зони Лаври:

а — тематична карта буферної зони з нанесеними найближчими хмарочосами;  
б — вигляд ЖК «Лейпцизька»; в — вигляд бізнес-центру «Сенатор»; г — вигляд ЖК «Diamond Hill»;  
д — вигляд ЖК «Carnegie Center»

з його 48 поверхами і висотою споруди 168 м, має сумнівний статус; знизити його висотність неодноразово (на чотирьох своїх сесіях) вимагала ЮНЕСКО, оскільки житловий комплекс псує вид будівель історичної спадщини, навісаючи над Лаврською дзвіницею. А згідно із законами ЮНЕСКО будь-які будівлі в межах буферної зони Києво-Печерської лаври не мають перевищувати висоту Великої лаврської дзвіниці, яка становить близько 96,52 м. Якщо ж порівняти стару охоронну зону, затверджену у 2008 р., і нову, запропоновану до затвер-

дження в 2011 р., чітко видно, що ЖК «Лейпцизька» побудовано в межах буферної зони, що є неприпустимим.

Так, проаналізувавши і порівнявши заплановану охоронну зону ЮНЕСКО з наявною забудовою багатоповерхівками, можна відзначити, що, на жаль, сучасний Київ не зберіг свого історичного обличчя — воно спотворене численними хмарочосами, і це явище не завершене, оскільки за прогнозами ООН у 2050 р. 66% населення Землі буде жити в містах. На сьогодні цей показник перевищує 54%. Щорічно



населення міст збільшується на 68 мільйонів. Тобто урбанізація складе не менше 180 тисяч осіб на день у наступні кілька десятиліть. Саме тому процес «зростання міст вгору» за рахунок висотної забудови в найближчому майбутньому неминучий.

#### **Вивчення збереженості оборонних укріплень Київської фортеці**

Заключним напрямом роботи було вивчення збереженості оборонних укріплень Київської фортеці (XVIII–XIX ст.), частиною якої є Києво-Печерська лавра. Найдавнішою пам'яткою середньовічного типу на території Старої Києво-Печерської фортеці є оборонні мури з вежами навколо Верхньої лаври (кін. XVII ст.). До новітніх фортифікаційних систем належать земляні бастионні укріплення цитаделі.

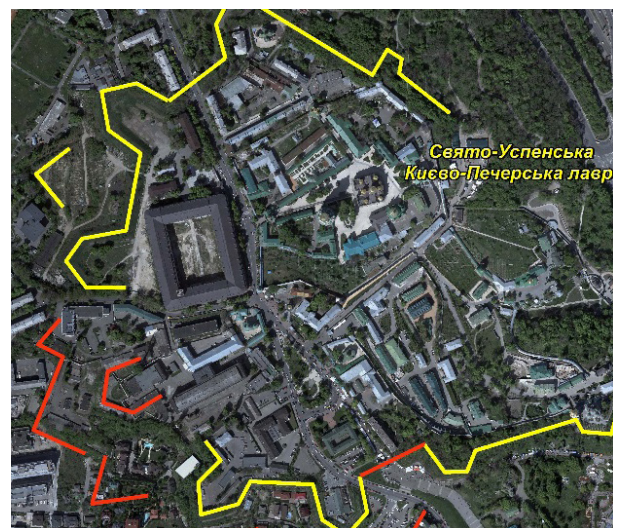
Скориставшись аерофотознімком часів Другої світової війни, ми відновили межі Київської фортеці навколо Києво-Печерської лаври і позначили їх лінійно жовтим кольором. Далі в ГІС-програмі ми наклали цей контур на сучасний космічний знімок і дослідили сучасний стан та збереженість оборонних укріплень Київської фортеці. Це дало змогу простежити, які саме частини укріплень за більш як 70 років були втрачені, — саме їх на карті ми позначили червоним кольором.

З'ясовано, що значна частина південних земляних укріплень цитаделі з бастионами, зокрема Кавалерське земляне укріплення з бастионом і Васильківська рavelінна брама, на сучасному етапі функціонування міста втрачені внаслідок розбудови і функціонального перепланування території, що належить приватним підприємствам та організаціям (рис. 5).

**Висновки.** Розглянута в статті науково-дослідницька робота Н. Алексик демонструє, що за наявності фахового педагогічного і наукового керівництва, зі сформованими вміннями обробляти супутникові знімки, школярі можуть ефективно застосовувати методи дистанційного зондування Землі для проведення власного дослідження і навчатися в процесі пошуку способів розв'язання конкретної проблеми. Застосування ГІС та ДЗЗ в дослідницькій діяльності є перспективним напрямом для більш детального вивчення і потребує подальшого ширшого пропагування серед учнів і вчителів. Основним практичним результатом наукової роботи Н. Алексик було привернення уваги до проблеми збереження цілісності території Києво-Печерської лаври задля того, щоб за нею залишився статус об'єкта світової спадщини ЮНЕСКО [7], а космічні знімки дали змогу відобразити сучасний стан Лаври і зміни, які відбулися на її території за кілька століть.



а



б

#### **Оборонні укріплення Київської фортеці**

- втрачені
- збережені

Рис. 5. Дослідження збереження оборонних укріплень Київської фортеці навколо Києво-Печерської лаври: а — архівний аерофотознімок 1942 р.; б — сучасний космічний знімок

**Список використаних джерел**

1. Бабійчук С. М. Геоінформаційна компетенція старшокласників як складова інформаційної компетенції / С. М. Бабійчук // Освітологічний дискурс. — 2015. — № 1. — С. 1–12.
2. Бабійчук С. М. Застосування геоінформаційних систем у дослідницьких роботах учнів Київської Малої Академії Наук / С. М. Бабійчук // Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Серія: Педагогічні науки. — 2018. — Вип. 155. — С. 89–92.
3. Бабійчук С. М. Геоінформаційні системи та дистанційне зондування землі як засоби інформатизації дисциплін природничого циклу в Малій академії наук України / С. М. Бабійчук // Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології. — 2018. — № 1. — С. 3–11.
4. Паламарчук Л. Б. Геоінформаційна компетенція у дослідницькій діяльності старшокласників-членів Київської Малої академії наук учнівської молоді / Л. Б. Паламарчук, С. М. Бабійчук // Педагогічна освіта: теорія і практика. Психологія. Педагогіка. — 2015. — № 24. — С. 32–37.
5. Даценко Л. М. Основи геоінформаційних систем та технологій у шкільних курсах за кордоном / Л. М. Даценко // Часопис картографії. — 2011. — Вип. 1. — С. 197–205.
6. Плани к описанию Киева. Закревский Н. В. — [Електронний ресурс] — Режим доступу до ресурсу: <http://tehne.com/library/planu-k-opisaniyu-kieva-b-m-18>.
7. Алексик Н. Як змінювалася буферна зона Києво-Печерської Лаври: дослідження школярки [Електронний ресурс] / Наталія Алексик // Вечірній Київ. — 2019. — Режим доступу до ресурсу: <https://vechirniykiev.com.ua/news/yak-zminyvalasya-buferna-zona-kyievo-pechers-koi-lavry-doslidzhennya-shkolyarki>.

**Наталья Алексик, Тамара Яковлева, Ольга Томченко, Светлана Бабийчук**

**РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ И ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТАХ УЧАЩИХСЯ МАЛОЙ АКАДЕМИИ НАУК УКРАИНЫ**

*Рассмотрена научно-исследовательская работа действительного члена МАН Украины, выполненная с применением современных геоинформационных технологий и материалов дистанционного зондирования Земли в секции ГИС в географии отделения наук о Земле Киевской Малой академии наук, на примере исследования процессов исторических изменений и современного состояния территории Киево-Печерской лавры. Выполнено иллюстрированное сравнение расширения территории Лавры на исторических картах с X по XVIII в. Исследовано изменение границ охранной буферной зоны ЮНЕСКО, обнаружено и нанесено на карту самую высокую застройку вокруг территории Киево-Печерской лавры. Изучено современное состояние оборонительных укреплений Киевской крепости вокруг Лавры.*

**Ключевые слова:** геоинформационная система, дистанционное зондирование Земли, космический снимок, Киево-Печерская лавра, высотная застройка.

**Natalia Aleksik, Tamara Yakovleva, Olga Tomchenko, Svetlana Babiychuk**

**APPLICATION OF THE REMOTE SENSING AND GIS IN THE RESEARCH WORK OF THE PUPILS OF THE JUNIOR ACADEMY OF SCIENCES OF UKRAINE**

*The scientific research of the active member of JAS Ukraine done using modern geoinformation technologies and materials of remote sensing in section «GIS in geography» department of Earth Sciences Kyiv Junior Academy of Sciences. The processes of historical changes and the present state of the territory of Kyiv-Pechersk Lavra are investigated. The change of the boundaries of the UNESCO protected buffer zone has been researched and the highest new building around the territory of Kyiv-Pechersk Lavra was found and put on the map. The present state of the Kyiv defensive fortifications around the Lavra has been studied.*

**Key words:** GIS, remote sensing, space image, Kyiv-Pechersk Lavra, high-rise building.