

**Т. Т. МУСАБАЕВ<sup>1,2\*</sup>, Е. Б. АҚМАНБЕТОВ<sup>1</sup>, А. Р. НИЕТТЕСОВА<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> РГП «Республиканский центр государственного градостроительного планирования и кадастра», г. Нур-Султан, Казахстан

<sup>2</sup> Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева,  
г. Нур-Султан, Казахстан  
e-mail: [eti.enu@mail.ru](mailto:eti.enu@mail.ru)

## **МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ КОММУНИКАЦИЙ БЕСПИЛОТНЫМИ ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ**

*В статье рассмотрены актуальные вопросы необходимости использования беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) для решения инженерно-геодезических задач при ведении государственного градостроительного кадастра. Кроме того, мониторинг является важной составной частью мероприятий по обеспечению устойчивости и безопасной эксплуатации инженерных объектов в разных климатических условиях. Представлены результаты применения беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) при исследовании, мониторинге и учете надземных инженерных коммуникаций для принятия управленческих решений по проведению мероприятий, направленных на уменьшение негативного воздействия техногенного и природного характера.*

**Ключевые слова:** ортофотоплан, инженерные коммуникации, магистральные трубопроводы, мониторинг, беспилотные летательные аппараты.

Технологический рост, инновации, модернизация и цифровизация городских и региональных ресурсов и их системы – основа успешного социально-экономического развития, конкурентоспособности и сотрудничества крупных городов и регионов.

В Послании народу Казахстана от 1 сентября 2020 года «Казахстан в новой реальности: время действий» Главой государства отмечена необходимость цифровизации земельных отношений и перестроения подходов к территориальному и пространственному развитию страны [1]. На VIII съезде Национальной палаты предпринимателей «Атамекен» 28 сентября 2021 года Президент указал на важность продолжения активного внедрения цифровых решений и подчеркнул, что оцифровка информации об инженерных коммуникациях, земельных участках, генеральных планах застройки, доступных мощностях являются ключевыми факторами производства [2, 3].

В соответствии с Законом «Об архитектурной, градостроительной и строительной деятельности в Республике Казахстан» государственный градостроительный кадастр содержит сведения о предыдущем и современном состоянии территорий, зданий и сооружений, малых архитектурных форм и элементов благоустройства, а также о градостроительном планировании и застройке территорий и населенных пунктов, данные о принадлежности территорий и объектов к соответствующим функциональным зонам, их настоящем и перспективном назначении, экологической, инженерно-геологической, гидрогеологической, геотехнической и сейсмической ситуациях, инженерной обеспеченности [4].

---

\* E-mail корреспондирующего автора: [eti.enu@mail.ru](mailto:eti.enu@mail.ru)

Таким образом, градостроительный кадастр представляет собой обширный кластер данных, так или иначе связанных с пространственно-территориальной привязкой к местности [5]. При всестороннем рассмотрении возможных путей получения сведений для актуализации баз данных градостроительного кадастра особое внимание уделяется методам аэрофотосъемки как наиболее прогрессивному методу представления фактического состояния тех или иных территорий.

Результатом обработки снимков БПЛА являются ортофотопланы. Ортофотоплан – это фотографический план местности на точной геодезической основе, полученный в процессе обработки аэрофотоснимков с устранением искажений в специализированных компьютерных программах.

Целью мониторинга трубопроводов инженерных коммуникаций является визуальное и приборное определение потенциально опасных участков магистральных трубопроводов, обнаружение нарушений как на самом объекте, так и в охранных зонах объектов инженерных коммуникаций, определение влияния выявленных факторов для принятия управленческих решений по проведению мероприятий, направленных на уменьшение негативного воздействия техногенного и природного характера [6].

Территория прокладки инженерных коммуникаций является динамично развивающейся системой с постоянно меняющимися и обновляющимися характеристиками. Одна из особенностей данной системы – сложная сеть инженерных коммуникаций, переплетающихся между собой. Следовательно, постоянный учет и мониторинг объектов настоящей системы и актуализация данных является важным компонентом ведения государственного градостроительного кадастра.

Безопасное функционирование инженерных коммуникаций регламентировано законодательными и нормативными актами, определяющими в том числе необходимость контроля пространственного положения линейных объектов.

Мониторинг состояния трубопроводов по ортофотопланам в основном производится для надземной части инженерных сетей и может осуществляться по следующим направлениям:

- определение опасных процессов экзогенного характера: развитие оврагов, балок и промоин, эрозионные зоны, развитие оползней, осыпей и другие;

- выявление обводненных и заболоченных территорий в охранных зонах инженерных сетей;

- обнаружение несоответствий нормативным правовым актам;

- выявление техногенных объектов и процессов в зонах отвода и охранных зонах инженерных сетей: строительство, участки техногенно-вскрытых грунтов, свалки, включая нелегитимные объекты (несанкционированные врезки);

- дифференциация типов растительности вдоль трасс коммуникаций: древесная, кустарниковая и травяная растительность;

- координация темпов ремонта трубопроводов, иных работ по поддержанию охранной зоны в надлежащем состоянии.

В настоящей статье исследованы ортофотопланы застроенной территории городов Усть-Каменогорск и Кызылорда. Съемка производилась беспилотным летательным аппаратом самолетного типа Delair UX11, характеристики которого соответствуют целям и задачам выполняемых работ.

На рис. 1 представлена строительная площадка с техногенно-вскрытым грунтом для прокладки трубопроводов подземной ливневой канализации диаметром 500 мм из материала поливинилхлорид, отличающимся надежностью при высоких нагрузках и значительных перепадах температур. На ортофотоплане можно наблюдать количество трубопроводов, подготовленные люки и колодцы ливневых канализационных сетей.



**Рисунок 1** – Участок застроенной территории города Усть-Каменогорск со строящейся подземной ливневой канализацией

Пример выявления обводненных территорий в охранных зонах инженерных сетей представлен на рис. 2. Охранная зона тепловых сетей – это земельные участки, отведенные в целях обеспечения сохранности тепловых сетей, создания нормальных условий эксплуатации, предотвращения их повреждений, а также несчастных случаев среди населения, оказавшегося в охранной зоне этих сетей. При диаметре 600 мм наземного трубопровода теплоснабжения охранная зона устанавливается в виде участка земли вдоль трассы, на рассматриваемом участке наблюдается техногенное подтопление территории отвода вдоль перехода надземной прокладки в подземную в обе стороны на расстоянии 25 м [7, 8].

При исследовании карты высот данного участка определено северное направление стока в сторону бетонного ограждения (рис. 2). Подтопление указанного участка свидетельствует о неудавшейся попытке регулирования водного стока с помощью арыков, что говорит о нарушении природного динамического равновесия в водном балансе территории при изменении условий поверхностного стока.

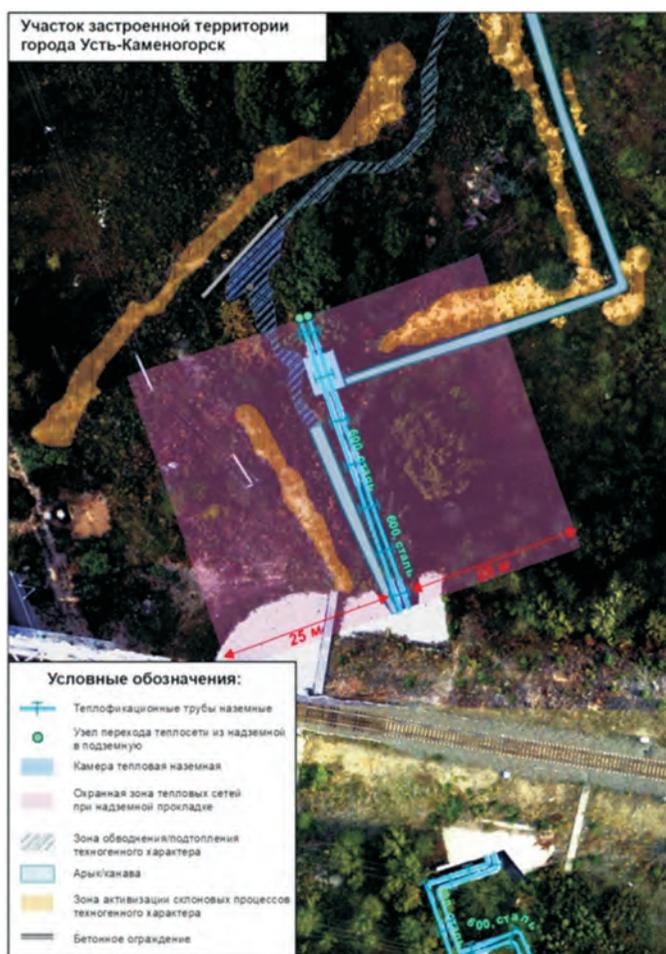


Рисунок 2 – Участок застроенной территории города Усть-Каменогорск с подтоплением охранной зоны теплотрассы вдоль перехода надземной прокладки в подземную

Помимо подтопления на рассматриваемой территории наблюдается активизация склоновых процессов техногенного характера (рис. 2), так как строительство дорог (в т.ч. железных дорог) и иных инженерных сооружений вызывает формирование осыпей. Следует отметить, что выделенная зона склонов не закреплена древесной и травяной растительностью.

При исследовании высокоточных ортофотопланов возможен мониторинг и учет типов растительных сообществ вдоль трасс коммуникаций. Так, на рис. 3 выделены 3 основных яруса растительных сообществ на участке, охватывающем охранную зону надземной магистральной теплотрассы. Древесный ярус представлен лиственным древостоем, тогда как территория отвода теплотрассы представлена более молодым подростом или подлеском (рис. 3 и рис. 4).



Рисунок 3 – Участок застроенной территории города Усть-Каменогорск с выделением ярусов растительных сообществ вдоль теплотрассы

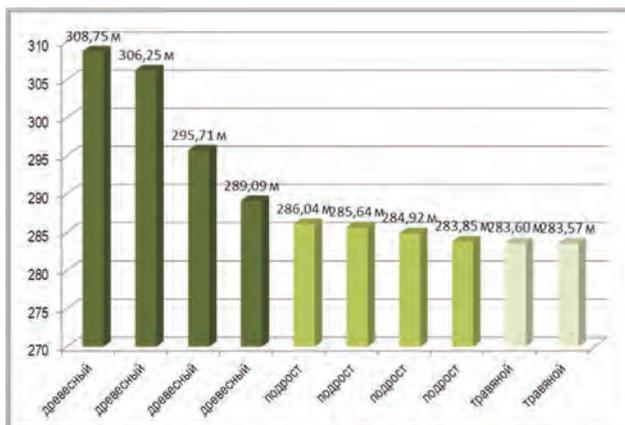
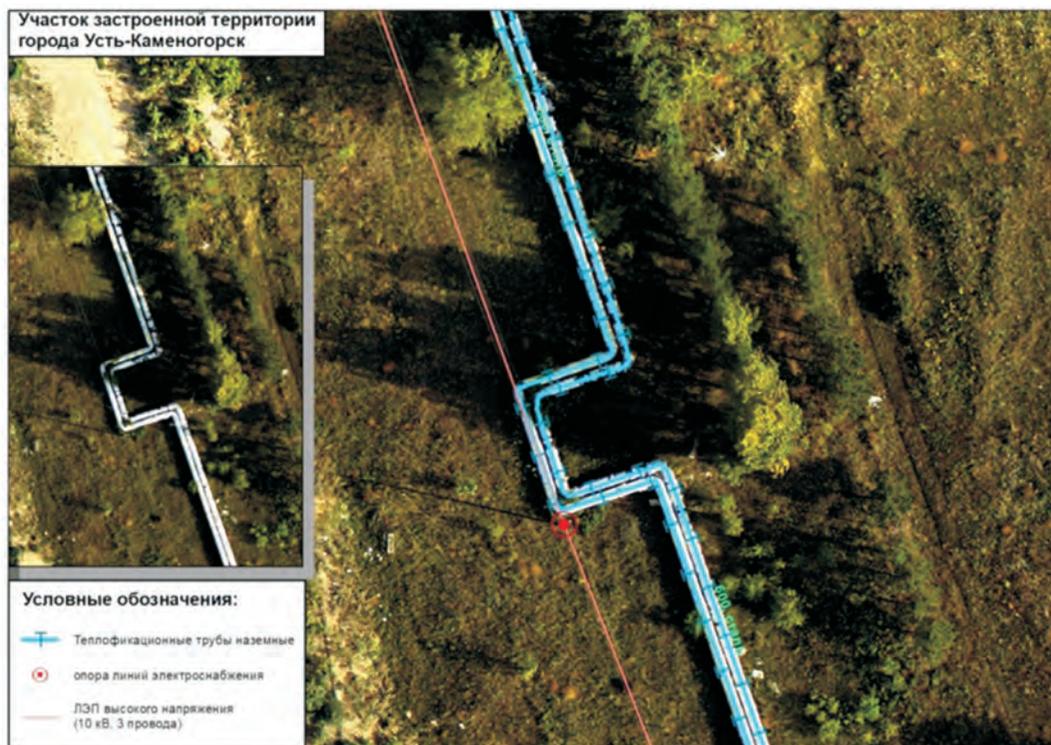


Рисунок 4 – Высотные отметки ярусов растительных сообществ на указанном участке (рис. 3) застроенной территории города Усть-Каменогорск

По карте высот участка ортофотоплана определены высотные отметки древесного и травяного ярусов, а также отметки подроста. Наибольшая разница в высотах между древостоем и подростом составила около 22 м, наименьшая – около 5 м; что говорит о том, что второй ярус действительно является подростом, поскольку подрост способен стать главным ярусом древостоя, тогда как подлесок образует древесный полог [9].

На нижеуказанных схемах выявлены несоответствия Правилам № 331 от 28 сентября 2017 года (далее - Правила) установления охранных зон объектов тепловых сетей и особых условий использования земельных участков, расположенных в границах таких зон. Согласно Приложению 1 Правил, расстояние по горизонтали опор и ЛЭП высокого напряжения (более 1 до 20 кВ) от надземной прокладки теплотрасс должно составлять 3 метра. Однако на рис. 5 и рис. 6 данное нормативное расстояние не соблюдено и составляет 0,5 м и 2,1 м соответственно.



**Рисунок 5** – Участок застроенной территории города Усть-Каменогорск и нарушение нормативного расстояния ЛЭП высокого напряжения от надземной теплотрассы



Рисунок 6 – Участок застроенной территории города Кызылорда и нарушение нормативного расстояния ЛЭП высокого напряжения от надземной теплотрассы

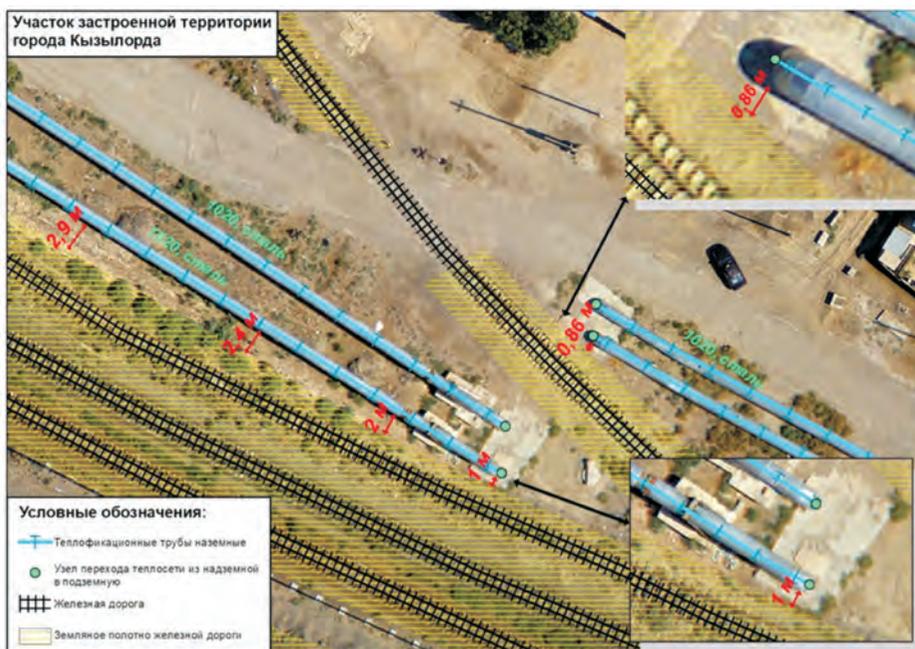


Рисунок 7 – Участок застроенной территории города Кызылорда с нарушением расстояния земляного полотна железной дороги от надземной теплотрассы

При исследовании территории железнодорожного транспорта обнаружено несоответствие Правилам (Приложению 1), где расстояние по горизонтали земляного полотна железных дорог от надземной теплотрассы должно быть не менее 3 метров. На рис. 7 это нормативное расстояние не учитывалось.

Таким образом, применение ортофотопланов при исследовании, мониторинге и учете надземных инженерных коммуникаций для решения инженерно-геодезических задач во многом упрощает и повышает эффективность проводимых работ; использование ортофотопланов дает возможность комплексно изучить состояние линейного объекта, включая контроль развития экзогенных и иных процессов и несоответствий нормативным правовым актам [9].

Объективное представление о текущем техническом состоянии объектов и территории даст возможность местным исполнительным органам и потенциальным инвесторам принимать оптимальные управленческие решения. Использование ортофотопланов станет единым достоверным источником данных о состоянии инфраструктуры, а также повысит эффективность планирования и застройки территории, реализации инвестиционных проектов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Послание Главы государства народу Казахстана «Казахстан в новой реальности: время действий» от 1 сентября 2020 года;

2 Официальный сайт Президента Республики Казахстан [Электронный ресурс] // Глава государства принял участие в VIII съезде Национальной палаты предпринимателей «Атамекен». – Режим доступа: <https://www.akorda.kz/ru/glava-gosudarstva-prinyal-uchastie-v-viii-sezde-nacionalnoy-palaty-predprinimateley-atameken-2884739>, дата обращения: 20.12.2021 г.;

3 Официальный сайт Национальная палата предпринимателей Республики Казахстан «Атамекен» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://atameken.kz/ru/news/45164-vyjti-iz-pandemii-s-men-shimi-poteryami-o-chem-govorili-na-viii-езде-npp-atameken>, дата обращения: 20.12.2021 г. [Ofitsial'nyy sayt Natsional'naya palata predprinimateley Respubliki Kazakhstan «Atameken»];

4 Закон Республики Казахстан от 16 июля 2001 года № 242-III «Об архитектурной, градостроительной и строительной деятельности в Республике Казахстан»;

5 Елизаров А.С., Курчатова А.Н. Мониторинг надземных трубопроводов с помощью глобальных навигационных спутниковых систем // Вестник СГУГиТ, Том 25, № 1, 2020 (28);

6 Макарычева Е.М. и др. 3D-ГИС для сопровождения работ по геотехническому мониторингу объектов магистральных трубопроводов // Наука и технологии трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов. 2020. Т. 10. № 4. (342);

7 Приказ Министра энергетики Республики Казахстан от 22 января 2015 года № 32 «Об утверждении Правил организации охраны магистральных трубопроводов»;

8 Приказ Министра энергетики Республики Казахстан от 28 сентября 2017 года № 331 «Об утверждении Правил установления охранных зон объектов тепловых сетей и особых условий использования земельных участков, расположенных в границах таких зон»;

9 Мусабаев Т.Т., Ниеттесова А.Р. Применение беспилотных летательных аппаратов в градостроительном кадастре // Инновационные подходы в современной науке. сб. ст. по материалам междунар. науч.-практ. конф. – № 1 (85). – М., Изд. «Интернаука», 2021, С. 74-78.

## REFERENCES

1 Poslaniye Glavy gosudarstva narodu Kazakhstana «Kazakhstan v novoy realnosti: vremya deystviy» ot 1 sentyabrya 2020 goda;

2 Ofitsialnyy sayt Prezidenta Respubliki Kazakhstan [Elektronnyy resurs] // Glava gosudarstva prinyal uchastie v VIII syezde Natsionalnoy palaty predprinimateley «Atameken. – Rezhim dostupa: <https://www.akorda.kz/ru/glava-gosudarstva-prinyal-uchastie-v-viii-sezde-nacionalnoy-palaty-predprinimateley-atameken-2884739>. data obrashcheniya: 20.12.2021 g.;

3 Ofitsialnyy sayt Natsionalnaya palata predprinimateley Respubliki Kazakhstan «Atameken» [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <https://atameken.kz/ru/news/45164-vyjti-iz-pandemii-s-men-shimi-poteryami-o-chem-govorili-na-viii-sezde-npp-atameken>. data obrashcheniya: 20.12.2021 g. [Ofitsial'nyy sayt Natsional'naya palata predprinimateley Respubliki Kazakhstan «Atameken»];

4 Zakon Respubliki Kazakhstan ot 16 iyulya 2001 goda № 242-II «Ob arkhitekturnoy. gradostroitelnoy i stroitelnoy deyatel'nosti v Respublike Kazakhstan»;

5 Elizarov A.S., Kurchatova A.N. Monitoring nadzemnykh truboprovodov s pomoshchyu globalnykh navigatsionnykh sputnikovykh sistem // Vestnik SGUGiT. Tom 25. № 1. 2020 (28);

6 Makarycheva E.M. i dr. 3D-GIS dlya soprovozhdeniya rabot po geotekhnicheskomu monitoringu ob'ektov magistralnykh truboprovodov // Nauka i tekhnologii truboprovodnogo transporta nefi i nefteproduktov. 2020. T. 10. № 4. (342);

7 Prikaz Ministra energetiki Respubliki Kazakhstan ot 22 yanvarya 2015 goda № 32 «Ob utverzhdenii Pravil organizatsii okhrany magistralnykh truboprovodov»;

8 Prikaz Ministra energetiki Respubliki Kazakhstan ot 28 sentyabrya 2017 goda № 331 «Ob utverzhdenii Pravil ustanovleniya okhrannykh zon ob'ektov teplovykh setey i osobykh usloviy ispolzovaniya zemelnykh uchastkov. raspolozhennykh v granitsakh takikh zon»;

9 Musabayev T.T., Niyettesova A.R. Primeneniye bespilotnykh letatelnykh apparatov v gradostroitel'nom kadastre // Innovatsionnyye podkhody v sovremennoy nauke. sb. st. po materialam mezhdunar. nauch.-prakt. konf. – № 1 (85). – M., Izd. «Internauka». 2021. S. 74-78.

***Т. Т. МУСАБАЕВ<sup>1,2</sup>, Е. Б. АҚМАНБЕТОВ<sup>1</sup>, А. Р. НИЕТТЕСОВА<sup>1</sup>***

*<sup>1</sup>РГП «Республикалық мемлекеттік қала құрылысын жоспарлау және кадастр орталығы», Нұр-Сұлтан қаласы, Қазақстан*

*<sup>2</sup>Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан қаласы, Қазақстан*

## **ПИЛОТСЫЗ ҰШУ АППАРАТТАРЫМЕН ИНЖЕНЕРЛІК КОММУНИКАЦИЯЛАРДЫҢ ЖАЙ-КҮЙІН МОНИТОРИНГІЛЕУ**

Мақалада мемлекеттік қала құрылысы кадастрын жүргізу кезінде инженерлік-геодезиялық міндеттерді шешу үшін пилотсыз ұшу аппараттарын (ПҰА) қолдану қажеттілігінің өзекті мәселелері қарастырылған. Бұдан басқа мониторинг әр түрлі климаттық жағдайларда инженерлік объектілердің тұрақтылығы мен қауіпсіз пайдаланылуын қамтамасыз ету жөніндегі іс-шаралардың маңызды құрамдас бөлігі болып табылады. Техногенді және табиғи сипаттағы теріс әсерді азайтуға бағытталған іс-шараларды жүргізу бойынша басқарушылық шешімдерді қабылдау үшін жерүсті инженерлік коммуникацияларын зерттеу, мониторингілеу және есепке алу кезінде пилотсыз ұшу аппараттарын (ПҰА) қолдану нәтижелері ұсынылған.

**Түйін сөздер:** ортофотожоспар, инженерлік коммуникациялар, магистральдық құбырлар, мониторингілеу, пилотсыз ұшу аппараттары.

**TURLYBEK T. MUSSABAYEV<sup>1,2</sup>, ERKEBULAN B. AKMANBETOV<sup>1</sup>,  
AINURA R. NIETTESOVA<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup>RSE «Republican Center of State Urban Planning and Cadastre»,  
Nur-Sultan, Kazakhstan*

*<sup>2</sup>L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan*

### **MONITORING OF THE STATE OF ENGINEERING COMMUNICATIONS BY UNMANNED AERIAL VEHICLES**

*The article deals with topical issues of the need to use unmanned aerial vehicles (UAVs) to solve engineering and geodetic tasks in the conduct of the state urban cadastre. In addition, monitoring is an important component of measures to ensure the sustainability and safe operation of engineering facilities in different climatic conditions. The results of the use of unmanned aerial vehicles (UAVs) in the study, monitoring and accounting of aboveground engineering communications for making management decisions on measures aimed at reducing the negative impact of man-made and natural nature are presented.*

**Key words:** *orthophotoplane, engineering communications, trunk pipelines, monitoring, unmanned aerial vehicles.*