

**А.А. Тугай, Р.Я. Зельцер, М.А. Колот, И.О. Панасюк**

Киевский национальный университет строительства и архитектуры,  
просп. Воздухофлотский, 31, Киев, 03037, Украина,  
+380 44 241 5580, robert.mail1934@gmail.com

## ОРГАНИЗАЦИЯ КОНТРОЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДРОНОВ И СПЕЦИАЛЬНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ



**Введение.** Инновационные подходы к контролю жизненного цикла строительных проектов на этапах изыскательских и проектных работ, нулевого цикла, сооружения надземной части и дальнейшей эксплуатации с использованием дронов и специального программного обеспечения дают компаниям строительного сектора Украины уникальный шанс реализовать свой потенциал в ходе цифровой революции и занять достойное место среди мировых лидеров.

**Проблематика.** Из-за недостатка оперативных, достоверных данных и показателей, которые описывают состояние строительной площадки, возникают проблемы отсутствия у руководства актуальной информации о прогрессе реализации проекта, позднего выявления фактического отклонения хода выполнения работ от проектной документации, неконтролируемого влияния человеческого фактора в процессе проверки объемов и качества работ, выполненных подрядными организациями, недостаточной коммуникации между участниками проекта, что впоследствии приводит к перерасходу бюджета и нарушению расчетных сроков выполнения проекта.

**Цель.** Внедрение инновационных подходов к контролю строительных проектов инфраструктурного назначения.

**Материалы и методы.** Прикладное исследование с использованием беспилотного летательного аппарата DJI Phantom 4 PRO, программного обеспечения (ПО) DroneDeploy, Pix4D, Virtual Surveyor в рамках мониторинга реализации проекта по рекультивации Полигона хранения твердых бытовых отходов № 5 в с. Подгорцы Обуховского района Киевской области.

**Результаты.** Основываясь на данных, полученных с помощью дрона, построены ортофотопланы полигона и топографический план части полигона с меняющимся рельефом поверхности, по которым выполнен анализ параметров и характеристик строительного проекта на разных этапах работ для принятия дальнейших управленческих решений.

**Выводы.** Использование беспилотников доказало свою эффективность как инструмента мониторинга и контроля в рамках процесса организации и управления проектом по рекультивации Полигона хранения твердых бытовых отходов.

**Ключевые слова:** дрон, облачные технологии в строительстве, 3D-модель, ортофотоплан, дистанционный контроль, организация строительства, мониторинг, управление строительным проектом.

В 2017 году цифровая революция вошла в решающую фазу — к интернету подключился каждый второй житель Земли. По оценке Глобального института McKinsey (MGI) [1], уже в ближайшие 20 лет до 50 % рабочих операций в мире могут быть автоматизированы, и по масштабам этот процесс будет сопоставим с промышленной революцией XVIII—XIX веков.

Промышленная революция позволила отдельным странам добиться впечатляющих темпов экономического роста, и они на многие десятилетия стали лидерами мировой экономики. Сегодня у компаний, которые ведут свою деятельность в различных отраслях промышленности, появляется уникальный шанс реализовать свой потенциал благодаря цифровой революции и занять достойное место среди мировых лидеров. Например, японская ком-

пания *Shimizu Corporation* [2] представила ряд строительных роботов, призванных решить одну из важнейших проблем страны — нехватку рабочей силы. Робот-транспортёр, робот-грузчик и робот-сварщик успешно показали себя на строительной площадке при возведении высотного отеля в г. Осака. В планах у *Shimizu Corporation* уже к 2025 году поручить 10 % всех строительных операций роботам.

Основой роста компаний и экономики страны в целом является существенное повышение производительности труда, одним из важнейших путей достижения роста которого для строительных компаний всего мира является организация комплексного оперативного контроля и управления производством работ в реальном режиме времени с использованием цифровых инструментов.

Актуальность темы обусловлена тем, что ввиду недостатка достоверной оперативной информации, которая описывает состояние процесса на строительной площадке, компании сталкиваются с такими проблемами, как несвоевременное выявление отклонения параметров выполненных работ от проектной документации, отсутствие данных, необходимых для принятия управленческих решений, недостаточная коммуникация между участниками проекта и др. Обозначенные факторы приводят к перерасходу бюджета, несоблюдению расчетных сроков проекта и качества выполненных работ. Устранение этих проблем требует дополнительного научно-практического обоснования и исследования с использованием передовых аналитических инструментов, что, в свою очередь, создает потребность в разработке существующего на сегодня инструментария в сфере организации строительства.

Одним из возможных путей решения вышеописанных проблем является внедрение в повседневную деятельность компаний строительной отрасли такого цифрового инструмента как беспилотный летательный аппарат (БПЛА), или же дрон, в комплексе со специальным программным обеспечением.

Целью исследования является изучение преимуществ использования дронов на строительных площадках, в частности в проекте «Рекультивация полигона хранения твердых бытовых отходов № 5 в с. Подгорцы Обуховского района Киевской области».

По статистике компании *DroneDeploy*, которая является разработчиком и интегратором программного обеспечения, предназначенного для промышленного использования БПЛА, строительство является отраслью, в которой дроны наиболее активно находят свое применение, опережая при этом сельское хозяйство и горнодобывающую промышленность. По данным *DroneDeploy*, в 2017 году в США рост использования дронов в строительном секторе составил 240 %.

Однако в Украине сложилась иная ситуация, в которой дроны наиболее активно применяются именно в сельском хозяйстве. Если в 2014 году использованием БПЛА интересовались исключительно крупнейшие агропромышленные холдинги, то уже в 2015 году эту технологию начали применять небольшие и средние фермерские хозяйства. Всего, на сегодняшний день, в Украине наблюдения с помощью дронов охватывают свыше 6 % (3 млн га) земель сельскохозяйственного назначения. При этом БПЛА находят все более широкое применение и в реализации строительных проектов в Украине.

Сегодня дроны являются безопасным и экономически эффективным инструментом мониторинга и контроля процесса производства строительных и монтажных работ. Помимо фото- и видеофиксации появилась возможность создавать высокоточные метричные ортофотопланы и 3D модели строительной площадки. Комплексный анализ полученных данных позволяет компаниям совершенствовать процессы организации и управления строительством, отслеживать прогресс производства работ, оптимизировать использование материальных и технических ресурсов, выполнять обследования и инспекции отдельных

участков, зданий и сооружений в целом, улучшать коммуникацию между участниками проекта, выявлять на ранней стадии отклонения в ходе работ от проектной документации, совершенствовать охрану труда и промышленную безопасность на строительной площадке. Результатом внедрения становится повышение количества эффективных управленческих решений, снижение материальных затрат на исправление ошибок в производстве работ, повышение качества и сокращение сроков выполнения отдельных этапов проекта и интенсификация контроля подрядных организаций.

В таблице приведены возможности и преимущества, которые компании получают, используя дроны на разных этапах строительных проектов.

Сегодня среди передовых строительных и девелоперских компаний существует тенденция по внедрению программных комплексов, предназначением которых является совершенствование процессов организации и управления строительством за счет концентрации всех данных о проекте и ходе его реализации в одной базе данных и их последующего анализа (*Bluebeam, Procore Autodesk BIM 360*). Дроны, в свою очередь, являются инструментом сбора ценных оперативных данных со строительной площадки для дальнейшей обработки в вышеуказанных программных комплексах. При этом, данные, собранные с использованием БПЛА, легко интегрируются в общий существующий процесс сбора данных в организации и не требуют фундаментальных преобразований бизнес-процессов в компаниях.

С декабря 2017 г. по апрель 2018 г. в рамках сотрудничества Киевского национального университета строительства и архитектуры с Научно-исследовательским институтом строительного производства Министерства регионального развития Украины (НИИСП), с привлечением специалистов компании «ДронНадзор» был выполнен пилотный проект по съемке Полигона хранения твердых бытовых отходов

№ 5 в с. Подгорцы Обуховского района Киевской области. Целью проекта было проведение комплексного визуального и аналитического мониторинга изменений в процессе проведения работ по формированию пологих склонов и укрытия карт полигона грунтом, измерения длины, площадей и объемов различных крупномасштабных элементов полигона, а также сравнение результатов топо-

**Возможности и преимущества применения дронов на различных фазах жизненного цикла строительных проектов**

Возможности	Их преимущества
Этап 1. Изыскания	
Ортофотоплан, 3D-модель; цифровая модель поверхности; предварительный топографический план	Получение детальных данных для оценки основных характеристик земельного участка (ЗУ), выявления рисков и скрытых дефектов ЗУ; ускорение работ по предварительным изысканиям
Этап 2. Проектирование	
Топографический план ЗУ; 3D-модель ЗУ	Ускорение проектирования; высокая точность данных; возможность визуализации 3D-модели здания на участке
Этап 3. Строительные и монтажные работы	
Ортофотоплан (карта) площадки; метричная 3D модель площадки; отчет о ходе выполнения работ; отчет об отклонениях фактически выполненных работ от проекта; отчет об объемах выполненных земляных работ, работ по благоустройству, устройству инженерных сетей	Мощный инструмент оперативного контроля и коммуникации; усиленный контроль подрядчиков за счет быстрого получения точных данных об объемах и качестве выполненных работ; сокращение издержек за счет регулярного выявления ошибок в процессе работ
Этап 4. Эксплуатация объектов	
Детальный фотоотчет о фактическом состоянии зданий и сооружений; отчет о тепловых потерях зданий с использованием тепловизора	Быстрый и безопасный доступ к труднодоступным местам зданий и сооружений; комплексное и оперативное получение данных о тепловых потерях зданий



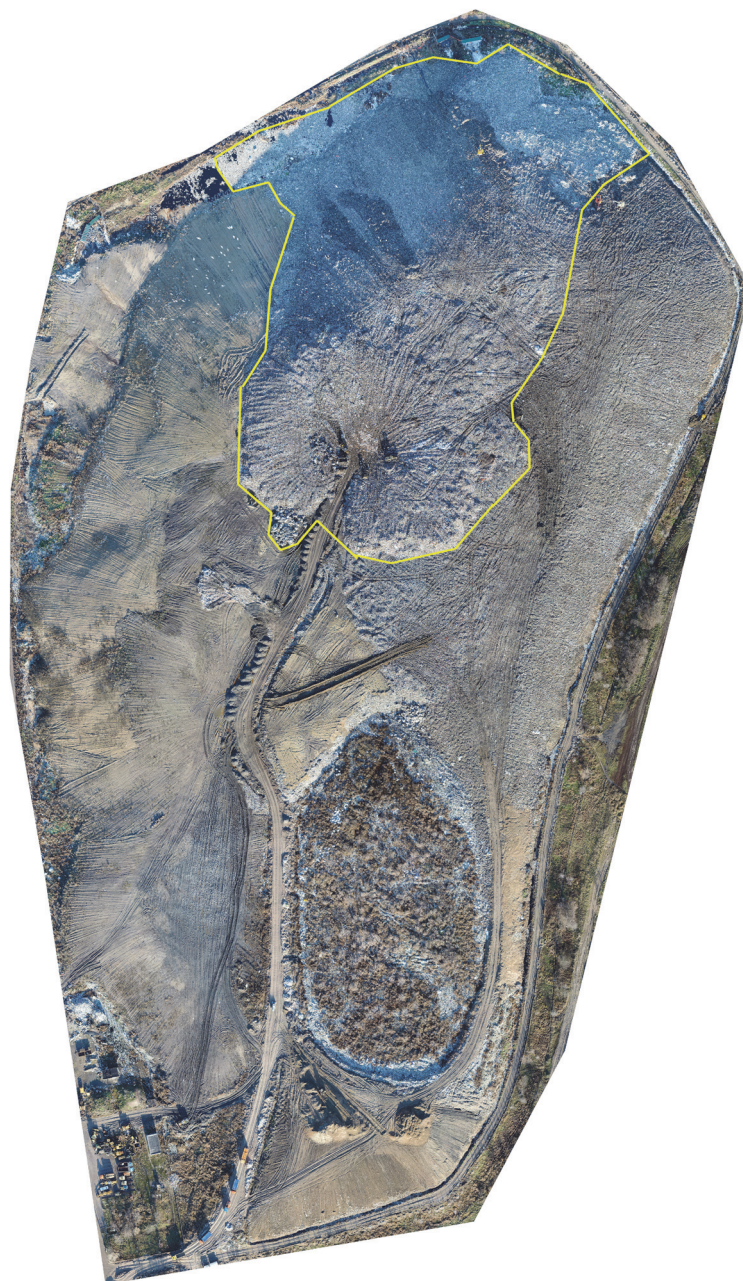


Рис. 1. Ортофотоплан полигона № 5, съемка от 08.12.2017 г.

графической съемки с использованием БПЛА и тахеометрической съемки.

Первая съемка была выполнена 08.12.2017 г. с помощью дрона *DJI Phantom 4 PRO*. Ортофотоплан, цифровая модель рельефа, 3D-модель местности площадью 23 га и предварительный

топографический план были созданы в течение одного рабочего дня (рис. 1).

ПО *Virtual Surveyor* [3] позволило строить триангуляции на базе 3D модели с различными характеристиками: применялся разный интервал между точками поверхности (от 0,5 м



Рис. 2. Ортофотоплан полигона № 5, съемка от 04.04.2018 г.

до 15 м), был использован сложный алгоритм, который вычисляет наиболее значимые точки рельефа. Это позволило строить топографические планы различной детализации.

Полученная модель дала возможность за секунды выполнять измерения любых расстоя-

ний, площадей и объемов как отдельных участков, так и всего полигона в целом. Общий объем насыпи по границе съемки составил  $2\,520\,873\text{ м}^3$ , площадь —  $229\,727\text{ м}^2$ .

Сравнение результатов топографических съемок, выполненных с помощью БПЛА и та-



хеометра, выполнялось путем наложения в ПО *AutoCAD* [4]. В процессе сравнения возникли и были сняты замечания, вызванные некорректным наложением. Полученный с использованием БПЛА предварительный топографический план совпал с результатами тахеометрической съемки.

Вторая съемка была выполнена 04.04.2018 г., площадь обработки местности была увеличена до 47 га. Ее выполняли в привязке к трем наземным точкам с известными координатами и абсолютными высотами, что позволило создать 3D модель полигона высокой точности. Также это дало возможность получать абсолютные высоты любых точек модели. Данная функция была использована для предоставления абсолютных высот точек бурения скважин, выполненных для проведения геологических изысканий, благодаря чему отпала необходимость получать отметки скважин тахеометрическим методом.

При сравнении ортофотопланов первой и второй съемок визуально наблюдается прогресс выполнения работ по укрытию карт полигона грунтом. При этом отчетливо видно, что на центральной части полигона (рис. 2, желтый контур) продолжается завоз и складирование отходов.

Установленный фактор повлек за собой проблему, которая заключалась в отсутствии возможности проведения оперативной тахеометрической съемки данной зоны полигона ввиду постоянного изменения рельефа насыпи. Однако поставленная задача была оперативно решена с использованием БПЛА. Съемка была выполнена за 2 часа, обработка материалов составила 5 часов, последующая обработка 3D модели — 5 часов.

Работу с 3D моделью выполняли с использованием специального ПО. Она была очищена от посторонних объектов, которые не отражают рельеф местности (транспорт, контейнеры). В результате были получены два варианта топографических планов мусорной насыпи, построенные:

1) на основании наиболее значимых точек поверхности, созданных с использованием алгоритма ПО;

2) на основании триангуляции, созданной по точкам поверхности, которые размещены на расстоянии 5 м друг от друга.

Второй вариант оказался наиболее подходящим для совмещения с тахеометрической съемкой остальной части полигона, выполненной сотрудниками НИИСПа.

При совмещении тахеометрической съемки и топографического плана насыпи, созданного с помощью данных БПЛА, были выявлены точечные несовпадения абсолютных высот в пределах 20 см, что является хорошим результатом с учетом характеристик снимаемой поверхности.

Так же с помощью ПО был выполнен расчет площади исследуемой насыпи. Площадь насыпи была рассчитана с использованием 3D модели за 2 минуты. Измерения требовались для расчета количества пленки, которой планируется выполнить укрытие верхней части полигона. Расчетная площадь поверхности насыпи составила 66 400 м<sup>2</sup>.

В процессе съемки были выполнены требуемые измерения, зафиксирован прогресс выполнения работ по рекультивации и получен точный топографический план поверхности мусорной насыпи.

Стоит отметить, что полученные данные основаны на выполнении двух съемок полигона и, соответственно, ведение регулярной (ежедневной) съемки полигона для оценки прогресса реализации проекта, раннего выявления проблем в производстве работ и выполнения быстрых и точных измерений может дать заинтересованным сторонам проекта мощный инструмент оперативного контроля, организации и управления строительным производством.

Сегодня рассматриваемая технология контроля строительных и монтажных работ применяется компанией «ДронНадзор» на следующих объектах:

- ✦ строительство лечебно-диагностического кардиологического центра, г. Винница;
- ✦ реконструкция сетей водоснабжения и канализации, г. Кропивницкий;
- ✦ реконструкция Кировоградской станции очистки сточных вод, г. Кропивницкий;
- ✦ реконструкция Днепровской водоочистой станции, г. Светловодск.

Полученные позитивные результаты позволяют сформулировать направления дальнейших исследований:

- ✦ разработка интегрированной информационной системы для проектирования организации и контроля хода выполнения строительного процесса, которая объединит в себе инструментарий организационно-структурного обеспечения строительства объекта;
- ✦ разработка системы проверки объемов выполненных работ и управления затратами;
- ✦ создание системы контроля качества и раннего выявления ошибок в ходе работ. Система может быть разработана на основании таких программных комплексов как *Autodesk BIM 360*, *Procore*, *Bluebeam* и дополнена алгоритмами автоматического анализа данных с использованием машинного обучения и искусственного интеллекта. Разработка самой системы и создание алгоритмов ее внедрения в деятельность предприятий строительного сектора будет служить мощным стимулом для цифровизации строительства и, как следствие, достижения существенного увеличения производительности труда и эффективности использования материальных, трудовых и финансовых ресурсов.

Параллельным направлением исследований является создание методики выполнения автоматических полетов для сбора данных без участия человека и внедрение нового типа компактных дронов, предназначенных для сбора информации внутри зданий и сооружений.

Также, постановлением Кабинета Министров Украины № 461 в редакции от 07.06.2017 г. «Вопрос приема в эксплуатацию законченных строительством объектов» предусмотрена фо-

то- и видеофиксация для составления технического паспорта и справки о техническом состоянии объекта. Эту работу можно выполнить при помощи БПЛА, с высокой четкостью и точностью, поскольку в конструкциях зданий и сооружений есть много мест, до которых человеку с фотоаппаратом физически тяжело добраться, например, ограждающие конструкции и покрытия.

Таким образом, дроны доказали свою эффективность как инструмент мониторинга и контроля в рамках процесса организации и управления строительным объектом, в частности проектом по рекультивации Полигона хранения твердых бытовых отходов № 5 в с. Подгорцы Обуховского района Киевской области. Ортофотопланы высокого разрешения, на которых зафиксирован прогресс выполнения работ на всей площади полигона, а также 3D модель, построенная на основании данных, собранных дроном, были созданы в кратчайшие сроки и легли в основу проведения всестороннего анализа строительного проекта.

Учитывая изложенное, дроны дают преимущественную возможность в режиме реального времени отслеживать постоянные изменения на строительной площадке в процессе проведения земляных работ, контролировать объемы передвижения земляных масс с высокой точностью, достоверно определять потребность в материалах, безошибочно планировать фронт работ. Это позволяет компаниям перейти к безбумажным, точным и быстрым методам контроля и управления капиталоемким этапом земляных работ.

Также дроны позволяют компаниям организовать систему дистанционного мониторинга и контроля проектов, и тем самым фундаментально меняют методологию отслеживания процесса строительства.

Дальнейшие исследования применения исследований технологии будут направлены на анализ областей эффективного применения дронов на разных этапах жизненного цикла

строительных проектов, усовершенствование организационно-технологических решений строительного производства с использованием БПЛА и облачных технологий, организацию оперативного дистанционного мониторинга и контроля качества строительных

работ с их использованием, а также использование возможностей дронов при реализации проектов различной направленности: возведение гражданских, жилых и промышленных зданий, строительство линейных объектов — инженерных сетей и дорог.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. McKinsey&Company, McKinsey Global Institute. *Reinventing Construction: A Route to Higher Productivity*. 2017.
2. Shimizu Corporation. URL: <https://www.shimz.co.jp/en/topics/construction/item12/> (дата обращения: 15.08.2018).
3. Virtual Surveyor. URL: <https://www.virtual-surveyor.com/> (дата обращения: 15.08.2018).
4. AutoCAD. URL: <https://www.autodesk.com/products/autocad/> (дата обращения: 15.08.2018).
5. Про інноваційну діяльність: Закон України від 16.10.2012. URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/1560-12> (дата обращения: 15.08.2018).
6. ДБН А.3.1.-5-2016. Організація будівельного виробництва. URL: [http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page.html?id\\_doc=64312](http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page.html?id_doc=64312) (дата обращения: 15.08.2018).
7. ДБН В.1.2-5:2007. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Науково-технічний супровід будівельних об'єктів. URL: <http://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-755> (дата обращения: 15.08.2018).
8. Зельцер Р.Я., Погорельцев В.М., Зельцер Э.Р., Тугай О.А. Організація будівельної діяльності. Київ: МП Леся, 2018. 260 с.
9. Andreas Renz, Manuel Zafra Solas. *Shaping the Future of Construction. A Breakthrough in Mindset and Technology*. Davos, World Economic Forum, 2016.
10. Chris Corody. Five Valuable Business Lessons Learned About Drones in Construction. URL: <https://airreeltech.com/downloads/5Lessons.pdf> (дата обращения: 15.08.2018).
11. Colin Snow. The Truth about Drones in Construction and Infrastructure Inspection. URL: <http://droneanalyst.com/research/research-studies/truth-drones-construction> (дата обращения: 15.08.2018).
12. The Rise of Drones in Construction. URL: <https://blog.dronedeploy.com/the-rise-of-drones-in-construction-5357b69942fa> (дата обращения: 15.08.2018).

Стаття надійшла до редакції 06.11.18

Статтю прорецензовано 05.12.18

Статтю підписано до друку 26.12.18

#### REFERENCES

1. McKinsey&Company, McKinsey Global Institute. (2017). *Reinventing Construction: A Route to Higher Productivity*.
2. Shimizu Corporation. URL: <https://www.shimz.co.jp/en/topics/construction/item12/> (Last accessed: 15.08.2018).
3. Virtual Surveyor. URL: <https://www.virtual-surveyor.com/> (Last accessed: 15.08.2018).
4. AutoCAD. URL: <https://www.autodesk.com/products/autocad/> (Last accessed: 15.08.2018).
5. The Law of Ukraine “On Innovation Activity”. URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/1560-12> (Last accessed: 15.08.2018).
6. Ministry of Regional Development, construction and housing and communal services of Ukraine. “Organization of construction production”. 2016. URL: [http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page.html?id\\_doc=64312](http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page.html?id_doc=64312) (Last accessed: 15.08.2018).
7. Ministry of Regional Development, construction and housing and communal services of Ukraine. “System of reliability and safety of construction objects. Scientific and technical support of construction objects”. (2016). URL: <http://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-755> (Last accessed: 15.08.2018).
8. Zeltser, R. Ya., Pogoreltsev, V. M., Zeltser, E. R., Tugay, O. A. (2018). Organizaciya budivelnoyi diyalnosti. Kyiv: MP Lesya [in Ukrainian].
9. Andreas Renz, Manuel Zafra Solas. (2016). Shaping the Future of Construction. *A Breakthrough in Mindset and Technology*. Davos, World Economic Forum.
10. Chris Corody. Five Valuable Business Lessons Learned About Drones in Construction. URL: <https://airreeltech.com/downloads/5Lessons.pdf> (Last accessed: 15.08.2018).



11. Colin Snow. The Truth about Drones in Construction and Infrastructure Inspection. URL: <http://droneanalyst.com/research/research-studies/truth-drones-construction> (Last accessed: 15.08.2018).

12. The Rise of Drones in Construction. URL: <https://blog.droneDeploy.com/the-rise-of-drones-in-construction-5357b69942fa> (Last accessed: 15.08.2018).

Received 06.11.18

Revised 05.12.18

Accepted 26.12.18

*Tugay, A., Zeltser, R., Kolot, M., and Panasiuk, I.*

Kyiv National University of Civil Engineering and Architecture,  
31, Povitroflotsky Ave., Kyiv, 03037, Ukraine,  
+380 44 241 5580, robert.mail1934@gmail.com

#### ORGANIZATION OF SUPERVISION OVER CONSTRUCTION WORKS USING UAVS AND SPECIAL SOFTWARE

**Introduction.** Innovative approaches to supervising over the life cycle of construction projects at the stages of engineering surveys and design works, underground and earthworks, construction of building superstructures and further operation and maintenance using UAVs and special software give the Ukraine construction sector companies a unique chance to realize their potential during the digital revolution and take their rightful place among the world leaders.

**Problem Statement.** Due to the lack of actual, accurate data and indicators which describe the status of the construction site, building corporations face such problems as the lack of up-to-date information on the project implementation progress, late detection of delays in the progress of works from the original works program, uncontrolled human factor effect on checking the quantities and quality of works performed by contractors, insufficient communication between project stakeholders. Subsequently, these factors lead to an increase in the budget and extension of works time.

**Purpose.** To implement innovative approaches to supervision over infrastructure construction projects.

**Materials and Methods.** Applied research using UAV *DJI Phantom 4 PRO*, software *DroneDeploy*, *Pix4D*, and *Virtual Surveyor* as part of supervising over the implementation of for solid waste storage landfill rehabilitation project in Podhirsia, Obukhiv District, Kyiv Oblast.

**Results.** Based on the data obtained using UAVs, orthophotomaps and topographical map of the area with a constantly varying surface have been built. With the help of the mentioned maps, the parameters and characteristics of the construction project have been analyzed for making decisions at different stage of the project implementation.

**Conclusions.** UAVs have proved themselves to be an efficient monitoring and supervision tool for organizing and managing the solid waste storage landfill rehabilitation project.

**Keywords:** UAVs, cloud technologies in construction, 3D model, orthophotomap, remote control, construction organization, monitoring, and construction project management.

*О.А. Тузай, Р.Я. Зельцер, М.А. Колот, І.О. Панасюк*

Київський національний університет будівництва і архітектури,  
просп. Повітрофлотський, 31, Київ, 03037, Україна,  
+380 44 241 5580, robert.mail1934@gmail.com

#### ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ВИКОНАННЯ БУДІВЕЛЬНИХ РОБІТ З ВИКОРИСТАННЯМ ДРОНІВ І СПЕЦІАЛЬНОГО ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

**Вступ.** Інноваційні підходи до контролю життєвого циклу будівельних проектів на етапах вишукувальних та проектних робіт, нульового циклу, зведення надземної частини та подальшої експлуатації з використанням дронів і спеціального програмного забезпечення дають компаніям будівельного сектора України унікальний шанс реалізувати свій потенціал в ході цифрової революції і зайняти гідне місце серед світових лідерів.

**Проблематика.** Через нестачу оперативних, достовірних даних і показників, які описують стан будівельного майданчика, виникають проблеми відсутності у керівництва актуальної інформації про прогрес реалізації проекту, пізнього виявлення фактичного відхилення ходу виконання робіт від проектної документації, неконтрольованого впливу людського фактора в процесі перевірки обсягів і якості робіт, виконаних підрядними організаціями, недостатньої

комунікації між учасниками проекту, що згодом призводить до перевитрат бюджету і порушення розрахункових термінів виконання проекту.

**Мета.** Впровадження інноваційних підходів до контролю будівельних проектів інфраструктурного призначення.

**Матеріали й методи.** Прикладне дослідження з використанням безпілотного літального апарату DJI Phantom 4 PRO, програмного забезпечення (ПО) *DroneDeploy*, *Pix4D*, *Virtual Surveyor* в рамках моніторингу реалізації проекту з рекультивациі Полігону зберігання твердих побутових відходів № 5 в с. Підгірці Обухівського району Київської області.

**Результати.** Базуючись на даних, отриманих за допомогою дрону, побудовано ортофотоплани полігону та топографічний план частини полігону з мінливим рельєфом поверхні, за якими виконано аналіз параметрів і характеристик будівельного проекту на різних етапах робіт для прийняття подальших управлінських рішень.

**Висновки.** Використання дронів довело свою ефективність як інструменту моніторингу та контролю в рамках процесу організації й управління проектом з рекультивациі Полігону зберігання твердих побутових відходів.

*Ключові слова:* дрон, хмарні технології в будівництві, 3D-модель, ортофотоплан, дистанційний контроль, організація будівництва, моніторинг, управління будівельним проектом.