

Обследование мостовых сооружений с помощью современного оборудования

*А.В. Макаров, Е.В. Крошнев, А.Ф. Файзалиев, М.А. Павлова,
Д.М. Лепехина*

Волгоградский государственный технический университет

Аннотация: В России эксплуатируется более 42 тысяч мостов на автодорогах. Большая часть мостового парка построена в прошлые годы. Мосты стареют, накапливают разрушения и дефекты и постепенно перестают удовлетворять предъявляемые к ним требования по безопасности, долговечности и грузоподъемности. Необходимо большие силы и средства тратить на поддержание стабильно рабочего состояния всех эксплуатируемых мостов. Использование современных средств наблюдения позволит экономить финансовые и временные ресурсы.

Такими средствами наблюдения и сбора информации могут быть беспилотные летательные аппараты разного рода и конструкции - квадрокоптеры и дроны. Осмотр с помощью квадрокоптера одного из городских путепроводов показал высокую эффективность и качество полученной информации. На основании полученных данных можно судить о техническом состоянии объекта. Разумеется, выявленные при осмотре особенно опасные дефекты впоследствии должен осмотреть специалист для принятия окончательного решения.

В статье приведены фотоматериалы, полученные современным способом сбора данных, отмечены достоинства применения квадрокоптеров в обследовании мостов и технические характеристики оборудования.

Ключевые слова: эксплуатация сооружений, осмотр, обследование, мостовые сооружения, квадрокоптеры, дроны, дефекты, разрушение, мостовое полотно.

В Российской Федерации на автомобильных дорогах функционируют более 42 тысяч мостов и путепроводов (по данным Росстата на конец 2014 года). Это очень мало для такой большой страны, как Россия. О нехватке мостов можно судить по показателю транспортного перепробега — разнице расстояния между точками А и Б по земле и по воздуху. Развитие экономики страны и ее регионов прежде и в настоящее время требует создания транспортной инфраструктуры: автомобильных и железных дорог, морских и речных портов, аэродромов. Дороги, прокладываемые в условиях пересеченной местности, требуют строительства искусственных сооружений: мостов, путепроводов, подпорных стен, водопропускных труб. Мостовые сооружения, построенные в прошлые годы, находятся не в исходном

техническом состоянии. Мосты стареют, накапливают дефекты, что снижает их долговечность и грузоподъемность. Для бесперебойного и надежного функционирования транспортных систем эти сооружения требуют постоянного ухода и обслуживания. Своевременное обследование мостов, выявление опасных дефектов с последующим ремонтом существенно увеличат срок их службы и восстановят грузоподъемность [1]. Нормативные документы определяют порядок, частоту и представительность всех мероприятий по эксплуатационному обслуживанию искусственных сооружений на дорогах (Методические рекомендации по содержанию мостовых сооружений на автомобильных дорогах, СП 79.13330.2012. Мосты и трубы. Правила обследований и испытаний). Наиболее частыми являются осмотры мостовых сооружений: постоянный и текущий, которые проводятся мастерами подрядных организаций. Особое внимание необходимо уделять металлическим и сталежелезобетонным мостам в период зимних холодов, для предупреждения хрупкого разрушения металла.

Осмотры проводятся с целью выявления, фиксации и описания в книге моста появляющихся дефектов частей мостовых сооружений. При оценке технического состояния рассматривают следующие части мостового сооружения: мостовое полотно, несущие конструкции, опоры и подмостовое пространство. Наиболее доступными для осмотра являются мостовое полотно и подмостовое пространство. Несущие конструкции моста и его опоры не всегда легко осмотреть и зафиксировать появившиеся дефекты. Для этого обычно используются люльки, лестницы, подмости, либо спецтехника. Понятно, что детальный осмотр конструкций - процесс затратный, а средства, выделяемые на такие работы, ограничены. Поэтому зачастую осмотры проводят не регулярно и поверхностно. Ненадлежащее обслуживание объектов транспортной инфраструктуры приводит к тому что

некоторые из них постепенно переходят в аварийное состояние и при продолжающейся эксплуатации разрушаются.

Осмотры, обследование, наблюдение за опасными частями сооружений возможно проводить с использованием современных средств, таких, как летающие беспилотные аппараты: дроны и квадрокоптеры. Беспилотные аппараты уже достаточно давно используются в различных областях жизни [2-4]. Такие аппараты комплектуются фото и видеокамерами, различного рода датчиками в зависимости от стоящих задач [5]. Возможно изготовить квадрокоптер под собственные нужды. Существуют инструкции по созданию и запуску дрона, о принципах его работы и способах решения различных инженерных задач [6]. Квадрокоптер DJI Mavic 2 и монитор представлен на рисунке 1.



Рис. 1. Квадрокоптер DJI Mavic 2 Pro Smart Controller L1P.

Этот квадрокоптер обладает мощной, но при этом энергоэкономичной силовой установкой. Бесколлекторный мотор работает в совокупности с регуляторами скорости и пропеллерами с низким уровнем шума. Максимальная скорость коптера составляет 72 км/ч, время пилотирования — до 31 минуты. Дальность полета - 18 км, максимальная скорость взлета и посадки - 3-5 м/с, навигация GPS/ГЛОНАСС. Новая интегрированная система аэрофотосъемки обладает широким диапазоном ISO в 12800 и разрешением в 20 Мр. В Mavic 2 Pro также предусмотрен цветовой профиль Dlog-M 10 бит и технология HDR. Это расширяет возможности

цветокоррекции и более чёткой съёмки. Вместе с тем камера оснащена диафрагмой $f/2.8-f/11$, которую можно настраивать в зависимости от степени освещённости объекта [7]. Данное оборудование могут использовать как опытные, так и начинающие специалисты.

Использование квадрокоптеров для осмотра и обследования труднодоступных частей мостового сооружения не вызывает никаких трудностей. Современные беспилотные летательные аппараты справляются с выполнением разного рода исследований различных строительных объектов. Они имеют хорошие летные параметры – стабильность в полете при различных условиях погоды, обладают высокой скоростью и способностью зависать над объектом. Подготовка квадрокоптера к работе и выполнение работ представлено на рисунке 2.

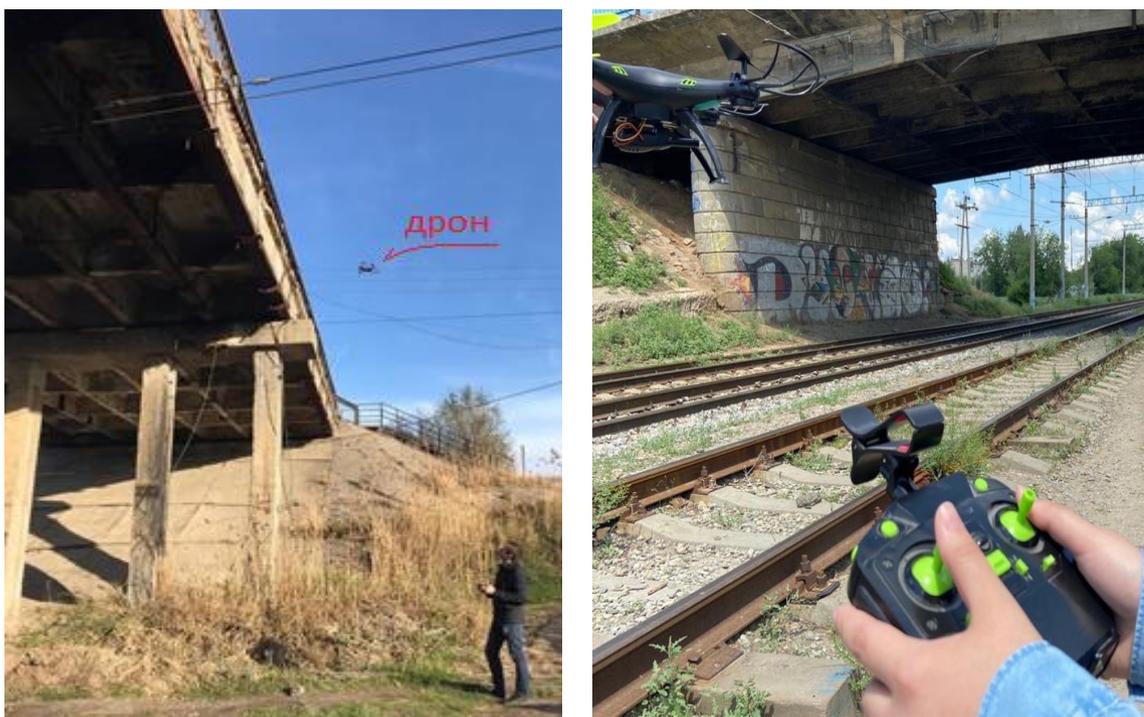


Рис.2. Работа с квадрокоптером (фото авторов).

Один важный вопрос применения беспилотника остается не решенным. Кто может дать разрешение на его использование вблизи каких-либо закрытых объектов? На сегодняшний день нет необходимости получать разрешение на полеты таких аппаратов, но съёмка может быть не разрешена.

Осмотр железнодорожного путепровода в городе Волгограде, проведенный с помощью квадрокоптера DJI Mavic 2 Pro, в течение 30 минут показал следующие результаты, представленные в таблице 1.

Таблица 1

Части мостового сооружения	Выявленные дефекты
Мостовое полотно. (Рис. 3)	<ol style="list-style-type: none">1. Трещины и выбоины в асфальтобетоне.2. Выбоины глубиной более 5 см.3. Парапетное ограждение не соответствует нормативным требованиям безопасности.4. Водоотвод неорганизованный.5. Разрушен асфальтобетон тротуаров.6. Частичный отрыв перильного ограждения.7. Габарит проезжей части узок для пропуска автомобилепотока.
Несущие конструкции пролетного строения.	<ol style="list-style-type: none">1. Крайние балки пролетного строения ранее были усилены швеллером.2. Элементы усиления покрыты ржавчиной.3. Балки и диафрагмы пролетного строения и имеют трещины, обнаженную арматуру.
Опоры. (Рис. 4)	<ol style="list-style-type: none">1. Карбонизация бетона ригеля.2. Разрушен частично защитный слой бетона, коррозия арматуры.3. Трещины в ригеле.4. Опорные части в неудовлетворительном состоянии, замусорены.5. Опоры имеют незначительные разрушения.
Подмостовое пространство.	<ol style="list-style-type: none">1. Конус насыпи находится в хорошем состоянии.2. Железнодорожные пути с полосой отвода относятся к другому ведомству.



Рис. 3. Разрушения и дефекты мостового полотна (фото авторов).

На фотодокументах представлены вид проезжей части и тротуара (Рис. 3). Только это говорит о том, что путепровод находится в предаварийном состоянии. Дефекты, влияющие на безопасность движения, таковы, что требуется существенно ограничить скорость движения транспорта, если предполагается продолжать эксплуатацию. Достоверность составленного прогноза опирается на качество проведенных наблюдений, подкрепленных фото видео материалами.

Грузоподъемность обследованного путепровода также должна быть снижена и не соответствует нормативам. Об этом свидетельствуют состояние пролетного строения, опорных частей и ригеля. Конечно, для получения количественной характеристики грузоподъемности нужно выполнить вычисления одним из известных способов [8], а также свериться с руководством (ОДН 218.0.032-2003. Временное руководство по определению грузоподъемности мостовых сооружений на автомобильных дорогах. ОДМ

218.0.018-05. Определение износа конструкций и элементов мостовых сооружений на автомобильных дорогах).



Рис. 3. Выявленные дефекты опор моста (фото авторов).

Достоинства применения квадрокоптеров при осмотре и обследовании объектов транспортной инфраструктуры, в число которых входит и описанный путепровод:

- короткие сроки – исследование займет считанные часы или минуты;
- минимизация расходов – исследование не требует больших финансовых вложений на дополнительную технику и специалистов;
- безопасность – исследование проводится на расстоянии, не подвергая опасности людей;
- легкий доступ к высоким и удаленным участкам сооружения.

Именно эти неоспоримые достоинства применения беспилотных летательных аппаратов позволяет широко применять их в различных отраслях экономики [9-10]. Сформированной на основании исследования и анализа прогноз состояния несущей конструкции имеет ключевое значение.

Он дает представление о состоянии объекта осмотра, позволяет выявить опасные дефекты, которые, конечно, должны осматривать специалисты.

Информация, приведенная выше, позволяет говорить о том, что применение квадрокоптеров значительно облегчает и ускоряет любые типы исследования сооружений, при этом минимизируются риски и затраты. Обследование с применением дронов имеет неоспоримые преимущества по сравнению с обычным традиционным методом исследования мостов, является актуальным и более эффективным.

Литература

1. Макаров А.В., Тянь В.Ю., Журавлев А.В. Астраханский мост в Волгограде: символ и проблемы. Инженерный вестник Дона, 2018, № 4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2018/5320
2. Perritt H.H.Jr., Sprague E.O. Domesticating Drones: The Technology, Law, and Economics of Unmanned Aircraft, UK: Routledge, 2016, pp. 9-12.
3. Кавелин А.С., Тютинина А.Д., Нуриев В.Э. Использование квадрокоптеров для обследования объектов. Инженерный вестник Дона, 2019. №7. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N7y2019/6108
4. Студеникин А.В., Михалин В.А., Иванов Р.В., Магаршак С.И. Практика применения перспективных беспилотных летательных аппаратов для мониторинга и аэрофотосъемки. Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2012. Т. 9. № 4. С. 102-106. URL: jr.rse.cosmos.ru/article.aspx?id=1096
5. Toro F.G., Tsourdos A. UAV Sensors for Environmental Monitoring, Switzerland: MDPI, 2018, p. 64.
6. Kilby T., Kilby B. Getting Started with Drones: Build and Customize Your Own Quadcopter, USA: Maker Media, 2015, p. 18.

7. Характеристики модели квадрокоптера DJI Mavic 2 Pro. URL: market.yandex.ru/product--kvadrokopter-dji-mavic-2-pro/158327095/spec?cpa=0
8. Васильев, А.И. Оценка грузоподъёмности и долговечности мостов: методическое пособие. М.: МАДИ, 2016. 40 с.
9. Фиговский О.Л. Инновационный инжиниринг - путь к реализации оригинальных идей и прорывных технологий. Инженерный вестник Дона, 2014, №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2014/2321
10. Погорелов В.А. Перспективы применения беспилотных летательных аппаратов в строительстве. Инженерный вестник Дона, 2016, №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2016/3571

References

1. Makarov A.V., Tyan V.YU., ZHuravlev A.V. Inzhenernyj vestnik Dona, 2018, № 4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2018/5320
2. Perritt H.H.Jr., Sprague E.O. Domesticating Drones: The Technology, Law, and Economics of Unmanned Aircraft, UK: Routledge, 2016, P. 9-12.
3. Kavelin A.S., Tyutina A.D., Nuriev V.E. Inzhenernyj vestnik Dona, 2019. №7. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N7y2019/61084.
4. Studenikin A.V., Mihalyn V.A., Ivanov R.V., Magarshak S.I. 2012. Т. 9. № 4. P. 102-106. URL: jr.rse.cosmos.ru/article.aspx?id=1096
5. Toro F.G., Tsourdos A. UAV Sensors for Environmental Monitoring, Switzerland: MDPI, 2018, p. 64.
6. Kilby T., Kilby B. Getting Started with Drones: Build and Customize Your Own Quadcopter, USA: Maker Media, 2015, p. 18.
7. Harakteristiki modeli kvadrokoptera DJI Mavic 2 Pro. [Characteristics of the DJI Mavic 2 Pro quadcopter model]. URL: market.yandex.ru/product--kvadrokopter-dji-mavic-2-pro/158327095/spec?cpa=0



8. Vasil'ev, A.I. Ocenka gruzopod"yomnosti i dolgovechnosti mostov: metodicheskoe posobie [Assessment of the load capacity and durability of bridges: a methodological guide]. M.: MADI, 2016. 40 p.

9. Figovskij O.L. Inzhenernyj vestnik Dona, 2014, №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2014/2321

10. Pogorelov V.A. Inzhenernyj vestnik Dona, 2016, №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2016/3571