



DOI: <http://dx.doi.org/10.15688/jvolsu10.2015.1.8>

УДК 624.042
ББК 38.2

ПРИМЕНЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПОДВОДНОМ ОБСЛЕДОВАНИИ ТРАНСПОРТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Кокодеев Артемий Витальевич

Студент 4-го курса,
Саратовский государственный технический университет им. Ю.А. Гагарина
artemkokodeev@gmail.com
ул. Политехническая, 77, 410054 г. Саратов, Российская Федерация

Овчинников Игорь Георгиевич

Доктор технических наук, профессор кафедры «Транспортное строительство»,
Саратовский государственный технический университет им. Ю.А. Гагарина
bridgesar@mail.ru
ул. Политехническая, 77, 410054 г. Саратов, Российская Федерация

Аннотация. В данной работе поднимаются проблемы проведения обследования подводных частей транспортных сооружений. Рассмотрены вопросы планирования мероприятий по подводному обследованию, а также применения инновационных технологий обследования подводных конструкций транспортных сооружений с использованием дистанционно-управляемых аппаратов, оснащенных сонарами и другими устройствами.

Ключевые слова: транспортное сооружение, мост, подводное обследование, дистанционно-управляемый аппарат, сонар, инновации, дефект, повреждение.

Введение

За последние несколько десятилетий в нашей стране и во всем мире был зафиксирован целый ряд крупных аварий и катастроф на транспортных, гидротехнических сооружениях различного назначения: на автодорожных и железнодорожных мостах, причалах, дамбах и т. д. И все эти сооружения объединяет наличие у каждой частей и отдельных элементов конструкций, которые находятся под водой.

Говоря об авариях на мостах, зачастую официальными причинами указывают возникшие на подводных частях сооружений дефек-

ты и повреждения, образующиеся вследствие влияния нескольких факторов [1]:

- 1) недоброкачественное выполнение строительных работ;
- 2) нарушение режима технической эксплуатации;
- 3) ошибки, допущенные при проектировании (в том числе недоучет природных условий).

Учитывая данные факты, становится очевидным важность и необходимость проведения периодических обследований и осмотров состояния подводных элементов мостов, благодаря которым стало бы возможно пре-

дотворачивание значительного количества случившихся в последнее время в России аварий на мостовых сооружениях:

– размыв опор моста через реку Киевка в г. Калуга 16 сентября 2013 года. Обвал и повреждение частей конструкций, разрушение ограждений, пешеходных тротуаров, деформации пролетного строения;

– обрушение железнодорожного моста через реку Абакан в Аскизском районе республики Хакасия 17 мая 2011 г. вследствие размыва четвертой опоры сооружения и в результате разрушения одного из пролетных строений;

– разрушение моста через реку Дарья в Истринском районе Московской области от воздействия обильных паводков 24 мая 2013 г.;

– размыв насыпи конуса опоры моста через реку Уруп в районе Армавира 27 мая 2014 г. в результате постоянного воздействия изменяющегося водного потока и обводнения грунта и др.

Инспектирование и мониторинг частей моста, расположенных ниже уровня воды, сведут к минимуму расходы на возможные последующие ремонты и реконструкции сооружения в результате заблаговременного обнаружения дефектов и повреждений, которые потенциально могут вызвать необратимые деформации конструкции моста.

Обследования элементов мостов, находящихся под водой, являются крайне важными мероприятиями по поддержанию высоких эксплуатационных показателей конструкции, которые, в свою очередь, определяют степень устойчивости, долговечности и безопасности работы мостового сооружения.

В нашей стране в настоящее время освещенность проблемы подводных обследований мостов находится на крайне низком уровне. Существует малое количество информации о состоянии подводных элементов мостов. Большинство методик инспектирования частей сооружений под водой устарели, а смена им практически не готовится. За исключением статей авторов [1–11] почти отсутствуют свежие публикации, пособия и наработки, связанные с данной проблемой. Также результаты многих проведенных за последнее время осмотров подводных элементов мостов оставляют целый ряд

вопросов по эффективности проведенных мероприятий, в том числе и по их результатам.

В данной работе проводится анализ новейших методик подводного обследования транспортных сооружений, в том числе мостов, при которых применяются инновационные технологии осмотров сооружений, погруженных в воду.

Планирование подводного обследования транспортного сооружения

Эффективность и качество проведения обследования подводных частей мостового сооружения напрямую зависят от грамотного планирования всех процедур и мероприятий, в процессе которых стремятся к высокой производительности обследования, низким затратам и полной безопасности участников осмотра подводных элементов моста.

При планировании подводного обследования руководитель группы не должен полагаться только лишь на проектную документацию: важно проверить количество, размеры и вид всех интересующих подводных элементов моста на местности. Необходимо учитывать:

- возраст сооружения;
- виды строительных материалов, использованных при строительстве;
- геометрические параметры моста, систему, назначение;
- особенности смежных построек на реке в виде дамб, плотин, портов;
- особенности водотока и его русла (глубина, скорость течения и др.);
- архив данных о проведении различного рода мероприятий на мосту;
- наличие уже известных дефектов и повреждений, их размеры и характеристики.

Крайне важно предусмотреть возможность появления рисков и осложнений, которые могут повлиять на работу группы по подводному обследованию, использующей специальное оборудование и приборы. Также необходимо принять все возможные меры для сведения к минимуму или устранения возможных рисков, таких как [5; 12]:

- изменчивость скорости течения воды в реке;

- крайне низкая температура воды в реке;
- ограниченная видимость, загрязненность водоема;
- наличие скоплений льда и айсбергов;
- интенсивное движение судов и других средств передвижения на реке;
- наличие находящихся вблизи дамб и плотин, влияющих на водоток;
- большое количество растительности и другой органики в воде;
- ведущиеся строительные работы на мосту или на других близлежащих объектах и др.

С учетом всех вышеперечисленных факторов происходит выбор методики проведения подводного обследования сооружения. В статьях [1–11] детально освещены методы подводных обследований мостов, при которых инспектирование осуществляют специально подготовленные дайверы с помощью ряда приборов и оборудования. В данной работе рассмотрим применение инновационных технологий обследования подводных частей транспортных сооружений с использованием дистанционно-управляемых аппаратов (ДУА – *англ.* ROV, Remotely Operated Vehicle), сонарных и других устройств.

Использование дистанционно-управляемых аппаратов при подводном обследовании транспортных сооружений

Историческая справка

Первым шагом в понимании любой технологии является понимание необходимости ее существования. В случае с дистанционно-управляемыми аппаратами ответ довольно прост. Другого более удобного, безопасного и экономически целесообразного метода выполнения подводных работ, в том числе и подводных обследований транспортных сооружений, не существует.

До сих пор остается неясным, кто является разработчиком первого ДУА. Как правило, на это звание выделяются два кандидата. Программируемый подводный аппарат (programmed underwater vehicle, PUV) представлял собой торпеду, разработанную компанией Luppis-Whitehead Automobile в Австрии в 1864 г., но первый настоящий ДУА, на-

званный POODLE, был разработан в США Дмитрием Ребиковым в 1953 г. [14; 17]. И хотя аппарат был изначально предназначен для археологических исследований и его влияние на историю дистанционно-управляемых аппаратов минимально – это был первый прототип современного ДУА.

К 1974 г. во всем мире было сконструировано 20 аппаратов, 17 из которых финансировали государственные структуры. Вот некоторые из них: ERIC и Telenaute из Франции, PHOCAS из Финляндии, SNURRE из Норвегии, SUB-2, CUTLET из Великобритании, ANGUS 001, 002, 003 из Шотландии, «КРАБ-4000» и «МАНТА» из СССР.

В последующем ДУА стали широко применяться коммерческими фирмами при разработке шельфовых месторождений, а также строительстве и мониторинге буровых сооружений. Стало возможным детальное исследование на большой глубине затонувших кораблей (линкора «Бисмарк», парохода «Титаник», авианосца «Йорктаун» и мн. др.). К примеру, недавно группа исследователей из компании Auroga Trust при осмотре затонувшего в Бискайском заливе корабля обнаружила тысячи бутылок вина, возраст которых оказался равен 2 200 годам. Как выяснили исследователи с помощью аппарата Saab Seaeye Falcon ROV, судно доставляло вино в Римскую колонию Картагена.

На сегодняшний день диапазон решаемых ДУА задач постоянно расширяется, парк аппаратов стремительно растет. Выполнение с помощью них работ по обследованию и мониторингу подводных частей транспортных сооружений по экономическим показателям обходится намного дешевле дорогостоящих водолазных работ. При этом стоит отметить, что первоначальные инвестиции будут достаточно велики. Также стоит обратить внимание на тот факт, что выбор методики подводного обследования каждого сооружения должен быть индивидуальным и, возможно, в конкретном случае целесообразно будет использовать специалистов-дайверов.

Принцип работы дистанционно-управляемых аппаратов

ДУА представляет собой подводный аппарат, который удаленно управляется специ-

алистами с борта судна. Аппарат связан с судном кабелем, через который на него поступают сигналы управления и электропитание для функционирования систем ДУА и установленного на нем оборудования, а обратно передаются данные с датчиков и видеoinформация [15].

В настоящее время на рынке доступен широкий ассортимент ДУА, которые классифицируются по типу привода (электрический, гидравлический или электрогидравлический); мощности и количеству движителей; грузоподъемности; глубине погружения; видам выполняемых работ (наблюдение, обследование, сбор данных, другие подводные работы).

Дистанционно-управляемые аппараты могут быть оснащены целым рядом различных устройств и оборудования, в зависимости от потребностей заказчика и целей подводного обследования сооружения [12]:

- впередсмотрящим сонаром, гидролокатором бокового обзора, многолучевым эхолотом, магнитометром, донным профилографом и другими датчиками;
- фото- и видеокамерами FullHD;
- гидравлическим модулем, используемым для привода различных инструментов;
- манипуляторами с различным числом степеней свободы;
- электрическими и гидравлическими инструментами: тросорезом (дисковым или типа гидравлических ножниц); щеткой для чистки конструкций и др;
- ультразвуковым толщиномером или дефектоскопом;
- датчиком катодного потенциала;
- склерометром;
- лазерным измерителем размеров с возможностью масштабирования видеоизображения;
- локатором арматуры;
- трассопоисковым комплексом;
- инерциальной навигационной системой;
- гидроакустической системой позиционирования;
- другим специальным оборудованием и датчиками.

Основным преимуществом использования данных аппаратов при подводном обследовании транспортных сооружений по сравнению со специалистами-дайверами является

их способность проведения неограниченного количества времени на недоступных для дайвера глубинах. В результате повышается безопасность мероприятий по подводному обследованию. Также ДУА могут использоваться заблаговременно до погружений специалистов-дайверов под воду для сбора важной информации о дефектах и повреждениях конструкций сооружения, об особенностях экосистемы водотока (загрязненности, скопления техногенного мусора), а также о других возможных рисках и осложнениях, которые могут возникнуть при работе специалистов-дайверов под водой и угрожающие их безопасности.

Дистанционно-управляемые аппараты в РФ

В России существует ряд компаний, конструирующих дистанционно-управляемые аппараты, которые вполне конкурентоспособны на рынке. Однако использование отечественных ДУА при подводном обследовании транспортных сооружений в нашей стране находится на низком уровне, что обусловлено отсутствием заинтересованности в проведении периодических обследований подводных частей сооружений. Соответственно, нет и потребности в ДУА. Также отсутствуют нормативные документы, методики, научные труды, посвященные вопросу использования дистанционно-управляемых аппаратов при подводном обследовании транспортных сооружений (см. рис. 1).

Примеры использования ДУА при подводном обследовании транспортных сооружений

1. В мае 2008 г. на Среднем Западе США выпало большое количество осадков, в значительной мере превышающее норму, что спровоцировало подъем уровня рек и последующие за этим многочисленные наводнения [18]. Наиболее пострадавшим от паводков был штат Айова. Власти всерьез обеспокоились о состоянии мостов, находящихся на территории штата.

Из-за усиливающегося течения воды в реке происходит многократное замачивание и разуплотнение грунта засыпки около опор, что может привести к местным и общим размывам и, вследствие этого, к необратимым де-

формациям сооружения. При наводнении массы воды несут с собой скопления обломков сооружений и техногенного мусора, которые при столкновении с подводными элементами мостов могут привести к их повреждению. Также при колебаниях уровня воды в реке происходит попеременное смачивание и высыхание поверхности элементов конструкций моста, что ведет к интенсификации коррозионных процессов, обычно имеющих место на сооружениях.

Использование дайверов при обследовании мостовых опор и их фундаментов было исключено. Выход был найден в использовании сонарных устройств, располо-

женных на дистанционно-управляемых аппаратах. В результате были получены подводные изображения зон около моста во время пика паводка, а также данные о состоянии опор моста. Далее был проведен анализ информации и моделирование возможных негативных влияний наводнения на конструкцию моста (см. рис. 2).

Было получено подтверждение тому, что ни один мост не потребовал немедленных мер по усилению сооружения, однако было принято решение о проведении дальнейшего мониторинга мостового сооружения.

2. В 2009 г. было произведено экстренное обследование моста «State Route» через



Рис. 1. ДУА RB-600 российского производства компании «RovBuilder»



Рис. 2. Изображения подводных частей опор, полученные при использовании сонарных устройств «Kongberg Mesotech», установленных на ДУА

реку Иллинойс в Центральном Иллинойсе с целью оценки степени повреждения конструкций опор моста в результате столкновения моста с баржей [18]. Так как скорость течения воды в реке на тот момент превышала 3 м/с, а также ввиду значительного количества обломков, скоплений мусора и древесины на интересующем водном участке, было принято решение о проведении подводного обследования с использованием ДУА и установленных на них сонарных устройств.

Полученные детальные изображения конструкций опор моста помогли составить весьма подробную картину состояния подводных элементов моста и последствий от навала баржи на мост. При дальнейших обследованиях моста с привлечением специалистов-дайверов использовалась информация, полученная с помощью ДУА, которая значительно упростила и способствовала увеличению безопасности во время работы водолазов под водой. Отчеты об обследовании были использованы во время судебных разбирательств (см. рис. 3).

Заключение

Проведение периодических подводных обследований каждого транспортного сооружения, конструкции которого находятся в непосредственном контакте с водной средой, существенно повысит уровень безопасности

эксплуатации сооружений в нашей стране, и положительно повлияет на их долговечность. Подводное обследование транспортных сооружений позволит существенно снизить затраты на ремонт и восстановительные работы при своевременном обнаружении различного рода дефектов и повреждений.

При проведении обследования подводных частей сооружений резонно использовать доступные на сегодняшний день инновационные технологии в виде дистанционно-управляемых аппаратов, которые могут быть оснащены целым рядом необходимых в конкретном случае устройств и оборудования.

В перспективе необходимо создавать для каждого транспортного сооружения банк данных, который содержал бы информацию о предыдущих обследованиях и результатах мониторинга сооружения. Это позволит проводить анализ текущего состояния транспортного сооружения и кинетики его развития во времени.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кокодеев, А. В. Обеспечение сохранности экосистемы при проведении подводных обследований транспортных сооружений / А. В. Кокодеев, И. Г. Овчинников // Экология и научно-технический прогресс. Урбанистика : материалы XII Всерос. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, г. Пермь. – Пермь, 2014.

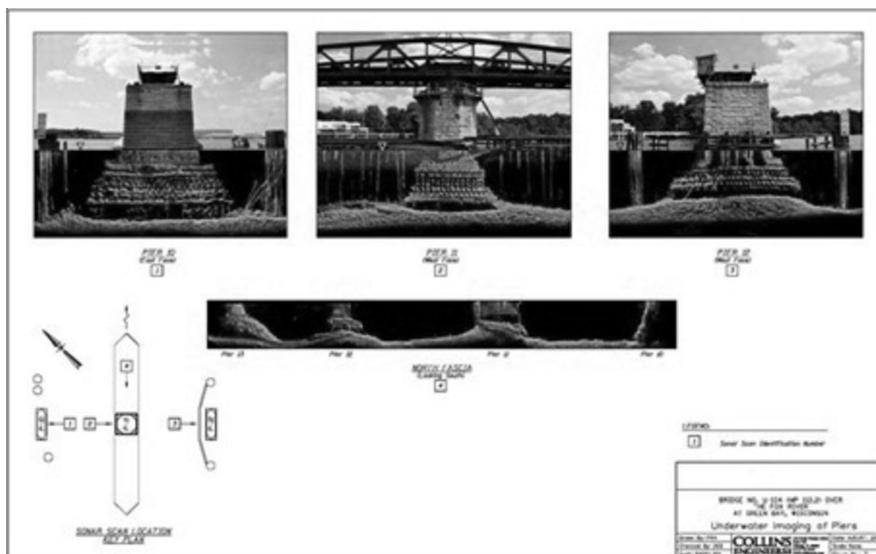


Рис. 3. Отчет об обследовании подводных элементов конструкций опор и их изображения, полученные при использовании сонарных устройств, установленных на ДУА

2. Кокодеев, А. В. Подводное обследование мостов / А. В. Кокодеев, И. Г. Овчинников // Инновации и исследования в транспортном комплексе : материалы II Междунар. науч.-практ. конф. – Курган, 2014. – С. 133–141.

3. Кокодеев, А. В. Подводное обследование мостов / Кокодеев А. В., Овчинников И. Г. Актуальные проблемы строительства и строительной индустрии : сб. материалов XV Междунар. науч.-практ. конф., г. Тула, 1–3 июля 2014 г. – Тула : Тульский гос. ун-т, 2014. – С. 35–36.

4. Кокодеев, А. В. Подводное обследование мостов / А. В. Кокодеев // Транспортное пространство России и Евразийского экономического союза в XXI веке : материалы Всерос. науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию со дня рождения первого Министра автомобильных дорог РСФСР А.А. Николаева, Сочи, 28–29 мая 2014 г. – Саратов : КУБиК, 2014. – С. 101–107.

5. Кокодеев, А. В. Обследование, мониторинг, выполнение ремонтных и восстановительных работ на подводных частях транспортных сооружений / А. В. Кокодеев, И. Г. Овчинников // Интернет-журнал «Науковедение». – М. : Науковедение, 2014. – № 5 (24). – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <http://naukovedenie.ru/PDF/02KO514.pdf>, свободный. – Загл. с экрана.

6. Кокодеев, А. В. Обследование, оценка эксплуатационного состояния подводных частей мостовых сооружений, особенности планирования и выполнения на них ремонтных работ / А. В. Кокодеев, И. Г. Овчинников // Безопасность регионов – основа устойчивого развития : материалы четвертой Междунар. науч.-практ. конф., г. Иркутск, 22–26 сентября 2014 г. – Иркутск : Изд-во «Иркутск» : ИрГУПС, 2014. – С. 247–252.

7. Кокодеев, А. В. Особенности определения прочностных характеристик материалов конструкций транспортных сооружений при подводном обследовании / А. В. Кокодеев, И. Г. Овчинников // Актуальные проблемы городского строительства : сб. тр. Всерос. науч.-техн. конф., посвящ. 70-летию кафедры «Городское строительство и архитектура», г. Пенза, 2–3 декабря, 2014 г. – Пенза : ПГУАС, 2014. – С. 241–246.

8. Овчинников, И. Г. Обследования, ремонт и усиление оснований и фундаментов транспортных сооружений: учеб. пособие / И. Г. Овчинников, А. А. Шеин, А. А. Пискунов. – Казань : Изд-во КГАСА, 2005. – 300 с.

9. Овчинников, И. И. Особенности подводного обследования транспортных сооружений. Характерные повреждения опор мостовых сооружений / И. И. Овчинников, И. Г. Овчинников, А. А. Шеин // Интернет-журнал «Науковедение». – М. : Науковедение, 2013. – № 6 (19). Электрон. текстовые дан. –

Режим доступа: <http://naukovedenie.ru/PDF/50TVN613.pdf>, свободный. – Загл. с экрана.

10. Овчинников, И. И. Особенности подводного обследования транспортных сооружений. 3. Методика подводного обследования транспортных сооружений / И. И. Овчинников, И. Г. Овчинников, А. А. Шеин // Интернет-журнал «Науковедение». – М. : Науковедение, 2013. – № 6 (19). Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <http://naukovedenie.ru/PDF/50TVN613.pdf>, свободный. – Загл. с экрана.

11. Овчинников, И.И. Особенности подводного обследования транспортных сооружений. 1. Повреждения подводной части транспортных сооружений / И. И. Овчинников, И. Г. Овчинников, А. А. Шеин // Интернет-журнал «Науковедение». – М. : Науковедение, 2013. – № 6 (19). – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <http://naukovedenie.ru/PDF/50TVN613.pdf>, свободный. – Загл. с экрана.

12. Сайт группы компаний Деметра.5. – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <http://www.demetra5.kiev.ua/ru/>. – Загл. с экрана.

13. Grigoryev, E. The influence of the arrangement scheme on balancing and mass dimension parameters of engines / E. Grigoryev, A. Vasilyev, K. Dolgov // *Mechanika*. – 2006. – Vol. 61. – № 5. – P. 46–50.

14. Maritime-zone. – Electronic text data. – Mode of access: <http://maritime-zone.com/>. – Title from screen.

15. Monney J.B. “Brad” Undersea vehicles and national needs / J.B. “Brad” Monney, John R. Apel, Robert H. Cannon, JR. and other. – National academy press, Washington, D.C., 1996.

16. Seunghee Park Compressive strength evaluation of underwater concrete structures integrating the combination of rebound hardness and ultrasonic pulse velocity methods with artificial neural networks // Seunghee Park, Junkyeong Kim, Eun-Seok Shin, Sang-Hun Han, *International Journal of Civil, Architectural, Structural and Construction Engineering* Vol:8No:1, 2014, P. 17–21.

17. Site of subboat. – Electronic text data. – Mode of access: <http://subboat.net/>. – Title from screen.

18. Stromberg, D. G. New advances in underwater inspection technologies for railway bridges over water / G. Daniel. – Stromberg, Collins Engineers, Inc., 2011. – Chicago, Illinois, USA – P. 29.

19. Terence, M. Brown Underwater Bridge Repair, Rehabilitation, and Countermeasures / Terence M. Brown, Thomas J. Collins Michael J. Garlich, John Leary E. O., Katherine C. Heringhaus, Collins Engineers, Inc. – Chicago, Illinois, USA, 2010. – P. 137.

20. Terence, M. Browne Underwater Bridge Inspection / Terence M. Browne, P.E., Thomas J.

Collins, Michael J. Garlich, John E. O’Leary, Daniel G. Stromberg, Katherine C. Heringhaus, Collins Engineers, Inc. – Chicago, Illinois, USA, 2010. – P. 224.

21. Vasilyev, A. Simulation of valve gear dynamics using generalized dynamic model/A. Vasilyev // *Mechanika*. – 2006. – Vol. 58, № 2. – P. 37–43.

REFERENCES

1. Kokodeev A.V., Ovchinnikov I.G. Obespechenie sokhrannosti ekosistemy pri provedenii podvodnykh obsledovaniy transportnykh sooruzheniy [Preservation of Ecosystems at Conducting Underwater Surveys of Transportation Constructions]. *Ekologiya i nauchno-tehnicheskiiy progress. Urbanistika: Materialy XII Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii studentov, aspirantov i molodykh uchenykh, g. Perm* [Ecology and Scientific and Technical Progress. Urban Studies: Proceedings of the 17th All-Russian Research and Practice Conference of Students, Postgraduate Students and Young Scientists, Perm]. Perm, 2014.

2. Kokodeev A.V., Ovchinnikov I.G. Podvodnoe obsledovanie mostov [Underwater Inspection of Bridges]. *Innovatsii i issledovaniya v transportnom komplekse: Materialy II Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Innovation and Research in the Transport Complex: Proceedings of the 2nd International Research and Practice Conference]. Kurgan, 2014, pp. 133-141.

3. Kokodeev A.V., Ovchinnikov I.G. Podvodnoe obsledovanie mostov [Underwater Inspection of Bridges]. *Aktualnye problemy stroitelstva i stroitelnoy industrii: sbornik materialov XV Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, g. Tula, 1-3 iyulya 2014 g.* [Current Problems of Building and Construction Industry: Collected Proceedings of the 15th International Research and Practice Conference, Tula, July 1-3, 2014]. Tula, Tul’skiy gosudarstvennyy universitet Publ., 2014, pp. 35-36.

4. Kokodeev A.V. Podvodnoe obsledovanie mostov [Underwater Inspection of Bridges]. *Transportnoe prostranstvo Rossii i Evraziyskogo ekonomicheskogo soyuza v XXI veke: Materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 100-letiyu so dnya rozhdeniya pervogo Ministra avtomobilnykh dorog RSFSR A.A. Nikolaeva, Sochi, 28-29 maya 2014 g.* [Transport Space of Russia and the Eurasian Economic Union in the 21st Century: Proceedings of the All-Russian Research and Practice Conference Dedicated to the 100th Anniversary of A.A. Nikolaev, First Minister of the Russian Federation, Sochi, May 28-29, 2014]. Saratov, KUBiK Publ., 2014, pp. 101-107.

5. Kokodeev A.V., Ovchinnikov I.G. Obsledovanie, monitoring, vypolnenie remontnykh i vosstanovitelnykh rabot na podvodnykh chastyakh transportnykh sooruzheniy [Inspection, Monitoring, Repair and Rehabilitation Works on the Underwater Areas of Transportation Facilities]. *Internet-zhurnal “Naukovedenie”*, 2014, no. 5 (24). Available at: <http://naukovedenie.ru/PDF/02KO514.pdf>, free.

6. Kokodeev A.V., Ovchinnikov I.G. Obsledovanie, otsenka ekspluatatsionnogo sostoyaniya podvodnykh chastey mostovykh sooruzheniy, osobennosti planirovaniya i vypolneniya na nikh remontnykh rabot [Examination, Assessment of the Operational Status of the Underwater Parts of Bridges, Characteristics of Planning and Executing Repair Works]. *Bezopasnost regionov – osnova ustoychivogo razvitiya: materialy chetvertoy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, g. Irkutsk, 22-26 sentyabrya 2014 g.* [Regional Security - the Basis of Sustainable Development: Proceedings of the Fourth International Research and Practice Conference, Irkutsk, September 22-26, 2014]. Irkutsk, Izd-vo IrGUPS, 2014, pp. 247-252.

7. Kokodeev A.V., Ovchinnikov I.G. Osobennosti opredeleniya prochnostnykh kharakteristik materialov konstruksiy transportnykh sooruzheniy pri podvodnom obsledovanii [Peculiarities of Revealing the Strength Characteristics of the Materials for Construction of Transport Facilities in Underwater Survey]. *Aktualnye problemy gorodskogo stroitelstva: sbornik trudov Vserossiyskoy nauchno-tehnicheskoy konferentsii, posvyashchennoy 70-letiyu kafedry “Gorodskoe stroitelstvo i arkhitektura”, g. Penza, 2-3 dekabrya, 2014 g.* [Current Problems of Urban Development: Proceedings of All-Russian Scientific and Technical Conference Dedicated to the 70th Anniversary of the Department of Urban Construction and Architecture, Penza, December 2-3, 2014]. Penza, PGUAS Publ., 2014, pp. 241-246.

8. Ovchinnikov I.G., Shein A.A., Piskunov A.A. *Obsledovaniya, remont i usilenie osnovaniy i fundamentov transportnykh sooruzheniy* [Survey, Repair and Strengthening of Transport Facilities Foundations]. Kazan, Izd-vo KGASA, 2005. 300 p.

9. Ovchinnikov I.I., Ovchinnikov I.G., Shein A.A. Osobennosti podvodnogo obsledovaniya transportnykh sooruzheniy. Kharakternye povrezhdeniya opor mostovykh sooruzheniy [Features of the Underwater Survey of Transportation Facilities. Typical Damage of Bridge Supports]. *Internet-zhurnal “Naukovedenie”*, 2013, no. 6 (19). Available at: <http://naukovedenie.ru/PDF/50TVN613.pdf>, free.

10. Ovchinnikov I.I., Ovchinnikov I.G., Shein A.A. Osobennosti podvodnogo obsledovaniya transportnykh sooruzheniy. Metodika podvodnogo

obsledovaniya transportnykh sooruzheniy [Features of the Underwater Survey of Transportation Facilities. Methods of Underwater Inspection of Transport Facilities]. *Internet-zhurnal "Naukovedenie"*, 2013, no. 6 (19). Available at: <http://naukovedenie.ru/PDF/51TVN613.pdf>, free.

11. Ovchinnikov I.I., Ovchinnikov I.G., Shein A.A. Osobennosti podvodnogo obsledovaniya transportnykh sooruzheniy. 1. Povrezhdeniya podvodnoy chasti transportnykh sooruzheniy [Features of the Underwater Survey of Transportation Facilities. 1. Damage of the Underwater Part of the Transport Facilities]. *Internet-zhurnal "Naukovedenie"*, 2013, no. 6 (19). Available at: <http://naukovedenie.ru/PDF/49TVN613.pdf>, free.

12. *Sayt gruppy kompaniy Demetra.5* [Website of Demetra.5 Companies Group]. Available at: <http://www.demetra5.kiev.ua/ru/>.

13. Stromberg D.G. *New Advances in Underwater Inspection Technologies for Railway Bridges Over Water*. Stromberg, Chicago, Illinois, USA, Collins Engineers, Inc., 2011, p. 29.

14. Grigoryev E., Vasilyev A., Dolgov K. The Influence of the Arrangement Scheme on Balancing and Mass Dimension Parameters of Engines. *Mekhanika*, 2006, vol. 61, no. 5, pp. 46-50.

15. *Maritime-zone*. Available at: <http://maritime-zone.com>.

16. Monney J.B., Apel J.R., Cannon R.H., et al. "Brad" *Undersea Vehicles and National Needs*. National Academy Press, Washington, D.C., 1996.

17. Seunghee Park, Junkyeong Kim, Eun-Seok Shin, Sang-Hun Han. Compressive Strength Evaluation of Underwater Concrete Structures Integrating the Combination of Rebound Hardness and Ultrasonic Pulse Velocity Methods With Artificial Neural Networks. *International Journal of Civil, Architectural, Structural and Construction Engineering*, 2014, vol. 8, no. 1, pp. 17-21.

18. *Site of Subboat*. Available at: <http://subboat.net/>.

19. Brown T.M., Collins T.J., Garlich M.J., O'Leary J.E., Heringhaus K.C. *Underwater Bridge Repair, Rehabilitation, and Countermeasures*. Chicago, Illinois, USA, Collins Engineers, Inc., 2010, p. 137.

20. Brown T.M., Collins T.J., Garlich M.J., O'Leary J.E., Stromberg D.G., Heringhaus K.C. *Underwater Bridge Inspection*. Chicago, Illinois, USA, Collins Engineers, Inc., 2010, p. 224.

21. Vasilyev A. Simulation of Valve Gear Dynamics Using Generalized Dynamic Model. *Mekhanika*, 2006, vol. 58, no. 2, pp. 37-43.

THE USE OF INNOVATIVE TECHNOLOGIES FOR UNDERWATER INSPECTION OF TRANSPORTATION CONSTRUCTIONS

Kokodeev Artemiy Vitalyevich

Student,
Saratov State Technical University named after Yu.A. Gagarin
artemkokodeev@gmail.com
Politekhnicheskaya St., 77, 410054 Saratov, Russian Federation

Ovchinnikov Igor Georgievich

Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Transport Construction,
Saratov State Technical University named after Yu.A. Gagarin
bridgesar@mail.ru
Politekhnicheskaya St., 77, 410054 Saratov, Russian Federation

Abstract. This paper raises issues of inspecting the underwater parts of transportation constructions. The authors study the problems of planning the underwater inspection and the use of innovative technologies including the remotely-controlled devices.

The examination of underwater elements of bridges is an important measure for maintaining the high functionality of structures, which in turn determines the degree of resistance, durability and safety of bridges.

Today in our country the presentation of problems of underwater surveys is at a very low level.

The inspection and monitoring of the bridge parts located below the water level, will minimize the cost of possible subsequent repairs and reconstruction of facilities as a result of early detection of the defects and damages that can potentially cause irreversible deformation of the bridge construction.

Periodic underwater surveys of each transport facility, construction of which are in direct contact with the water environment, will significantly increase the level of safe operation of facilities in our country, and will positively affect their durability. Underwater inspection of transport facilities will significantly reduce the cost of repair and reconstruction work in case of timely detection of various defects and damages.

During the survey of the underwater parts of structures it is reasonable to use innovative technology available today in the form of remotely- controlled machines that can be equipped with a number of necessary devices and equipment.

In the future, it is planned to create the data bank containing information on previous surveys and the results of the monitoring facilities. It will allow conducting the analysis of the current state of transportation facilities and the kinetics of its development in time.

Key words: transportation construction, bridge, underwater inspection, remotely-controlled device, sonar, innovations, defect, damage.