

Машины и Установки проектирование, разработка и эксплуатация

Сетевое издание
МОО "Стратегия объединения"
<http://maplants-journal.ru>

Ссылка на статью:

//Машины и установки: проектирование,
разработка и эксплуатация.

Электрон. журн. 2024. № 4. С. 25 – 33

DOI:

Представлена в редакцию: 04.12.2024

Принята к публикации: 12.12.2024

© МОО «Стратегия объединения»

УДК 621.873

Разработка системы ветрозащиты рельсовых кранов

Потапов В. А.¹,
Рощин В. А.^{1*},
Иванов С. Д.²

* roshchinva@mail.ru

¹ООО «Инженерно-технический центр
«КРОС» (Московская обл., Россия)

²МГТУ им. Н. Э. Баумана (Москва, Россия)

В настоящей работе описывается разработка двухуровневой системы ветрозащиты рельсовых кранов. В отличие от применяемых в настоящий момент технических средств безопасности, в системе ветрозащиты в соответствии с требованиями нормативных документов реализован комплексный подход к обеспечению защиты кранов от опасной ветровой обстановки. В статье описана структура системы, разработка новых средств безопасности и необходимые доработки существующих. Разработана структура и информационное наполнение диспетчерской станции, на базе которой строится второй уровень системы ветрозащиты, описаны перспективы улучшения алгоритмов её работы.

Ключевые слова: рельсовый кран, ветрозащитная система, анемометр, противоугонный захват, диспетчерская станция, сеть анемометров.

Введение

В соответствии с требованиями Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения», ГОСТ 1451-77 «Краны грузоподъемные. Нагрузка ветровая. Нормы и методы определения» и других нормативных документов, при достижении скоростью ветра предельно допустимой скорости рабочего состояния необходимо останавливать работу грузоподъемных машин (ГПМ), установленных на открытом воздухе, и принимать меры по предотвращению их угона ветром.

В развитие указанных требований в РД 24.090-102.01 вводится понятие ветрозащитной системы, как «комплекса устройств и конструктивных элементов, обеспечивающих защиту крана от угона ветром», и устанавливаются правила по устройству, эксплуатации, испытаниям и модернизации таких систем на рельсовых кранах [1].

Согласно указаниям РД, в общем случае ветрозащитные системы состоят из устройств определения скорости ветра и противоугонных устройств, однако в настоящее время на большинстве рельсовых кранов приборы измерения скорости ветра (анемометры) и

противоугольные захваты не связаны между собой в единую систему. Анемометры могут в отдельных случаях быть подключены к другим приборам безопасности (например, ограничителям грузоподъемности с встроенными регистраторами параметров) [2-5] для сохранения информации о достижении скорости ветра опасных значений, но без реализации защитной функции анемометра, а противоугольные захваты чаще всего являются отдельными устройствами, контроль за состоянием которых полностью возлагается на персонал рабочей площадки.

Отсутствие комплексного подхода по защите кранов от ветровых нагрузок нерабочего состояния приводит к несвоевременной остановке работы кранов, позднему наложению противоугольных захватов и, следовательно, к авариям и несчастным случаям. В связи с этим, в рамках цикла совместных работ ООО «ИТЦ «КРОС» и кафедры «Подъемно-транспортные системы» МГТУ им. Н. Э. Баумана, ведущихся под научным руководством доцента кафедры Иванова С.Д. и посвященных безопасности ГПМ [6, 7], в настоящей статье предложена концепция построения двухуровневой системы ветрозащиты, объединяющей защитные устройства, установленные на отдельном кране, и несколько кранов на рабочей площадке.

Общая концепция построения системы ветрозащиты

На современном уровне развития техники и организационной культуры производства для обеспечения защищенности кранов необходимо увеличивать количество информации, доступной рабочему и техническому персоналу организации. Применительно к приборам ветрозащиты данная задача может быть решена путем расширения функциональности анемометров. Так современные образцы анемометров иностранных производителей предлагают широкий набор потребительских функций, включая измерение направления ветра, температуры воздуха и др. Однако в них так же не предусмотрено прямой интеграции с противоугольными захватами. Кроме того, расширение функциональности отдельного прибора значительно повышает его цену, в связи с чем на отечественном рынке ветрозащитных систем широко распространены более простые модели анемометров.

Поэтому более целесообразным представляется двухуровневый подход построения защитной системы, структура которой показана на рисунке 1.

На первом уровне («Кран») в блоке обработки сигналов (БОС) анемометра каждого отдельного крана собирается информация о скорости ветра, состоянии противоугольных захватов и собственно крана, которая затем посредством беспроводной связи передается в диспетчерскую станцию. На втором уровне («Рабочая площадка») информация, собранная с сети анемометров, обрабатывается и сохраняется в диспетчерской станции.

Таким образом, вынос функций обработки и хранения информации с первого уровня системы (устройства ветрозащиты на отдельном кране) на второй (диспетчерскую станцию, собирающую информацию со всей рабочей площадки) позволяет сохранить структуру отдельного анемометра простой, дополнив его только входами для получения информации о состоянии противоугольных захватов и системы управления краном и модулем беспроводной связи. При этом так же потребуется дооснащение ручных противоугольных захватов концевыми выключателями замкнутого / разомкнутого состояния. В случае полуавтоматических и автоматических концевых захватов требуется только получить сигнал с имеющихся концевых выключателей и передать его в анемометр. Кроме того, разумно завести в анемометр сигнал из системы управления краном для получения информации о том, находится ГПМ в рабочем состоянии или нет. Данная информация может быть использована как при выявлении неисправности анемометра, так и для комплексной оценки условий работы

кранов на рабочей площадке. Для введения в анемометр указанных сигналов и модулей требуется соответствующим образом доработать электронную плату и программу прибора.

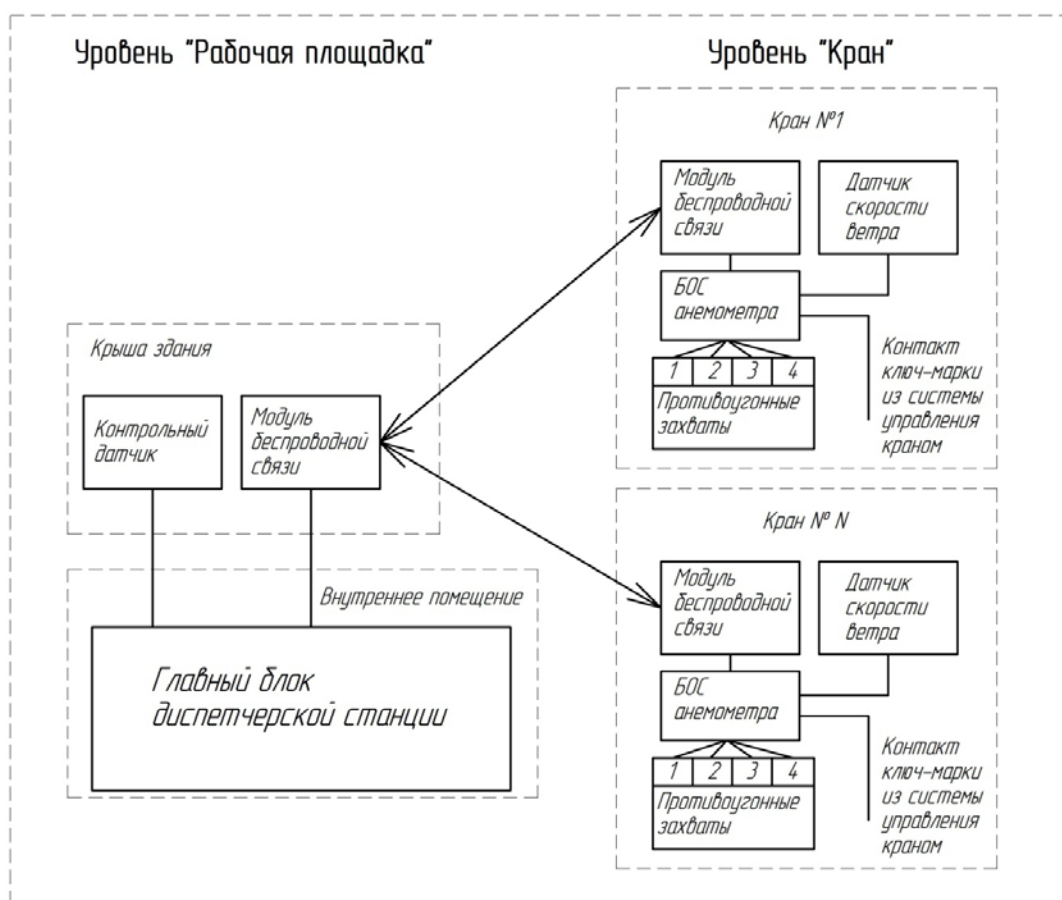


Рис. 1. Структура двухуровневой ветрозащитной системы

На втором уровне системы построение сети анемометров с центральным узлом управления упрощает контроль за соблюдением требований безопасности при работе ГПМ на рабочей площадке. Наличие у рабочего и технического персонала комплексной информации по ветровой обстановке и состоянию кранов, собираемой в диспетчерской станции, позволяет своевременно производить остановку работы кранов при достижении скоростью ветра опасных значений и замыкать противоугонные захваты, а также следить за техническим состоянием самих анемометров и проведением необходимого технического обслуживания. Помимо этого, соединение анемометров в общую сеть даёт возможность использования более совершенных алгоритмов прогнозирования ветровой обстановки, которые позволяют заранее указать вероятность повышения скорости ветра до опасных значений, выдать соответствующие сигналы и, следовательно, повысить защищённость ГПМ [7-10].

Разработка диспетчерской станции

Если анемометры являются известными и широко применяемыми в ГПМ приборами, то диспетчерская станция, как отдельный элемент системы ветрозащиты, прежде не использовалась на действующих кранах, поэтому потребовалось разработать её структуру и информационное наполнение.

Структурная схема разработанной диспетчерской станции приведена на рисунке 2.

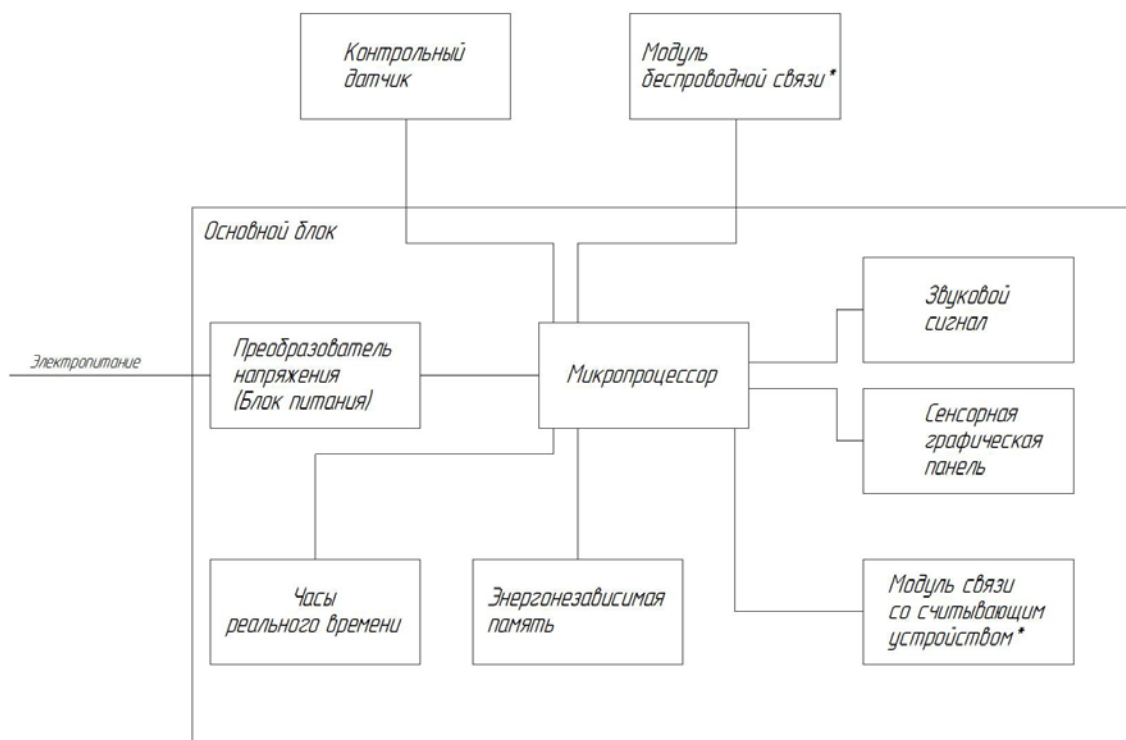


Рис. 2. Структурная схема диспетчерской станции

При этом необходимо особо выделить следующие составные элементы диспетчерской станции:

1) Комплекс из модулей часов реального времени и энергонезависимой памяти, аналогичный крановому регистратору параметров и используемый для долговременного хранения информации о состоянии включённых в сеть ветрозащитных систем и изменении ветровой обстановки во времени. Накопленная информация может быть использована при анализе характера и условий работы ГПМ. Более подробно информационная структура диспетчерской станции рассмотрена ниже.

2) Необходимым элементом для построения сети является модуль беспроводной связи. При этом модуль связи со считывающим устройством может быть совмещён с ним или выполнен отдельным компонентом в зависимости от выбранного способа реализации беспроводной связи. В настоящее время существует широкий набор протоколов и методов построения сетей беспроводной связи: GSM, WiFi, Bluetooth, Zigbee, LoRa и др. обеспечивающих разную пропускную способность и дальность передачи данных [11, 12]. Выбор конкретного способа должен быть обоснован учётом типовых размеров рабочей площадки, помехоустойчивости протокола связи и требуемой скоростью передачи данных, как внутри сети, так и при считывании данных из памяти диспетчерской станции на внешние носители.

3) Сенсорные графические панели широко применяются в современных автоматизированных системах управления техническими процессами для предоставления оператору информации в удобной форме и получению от него необходимого управляющего воздействия. При этом такие панели могут быть перепрограммированы при возникновении такой необходимости в случае доработок и дальнейшего развития прибора.

Структура информации, предоставляемая диспетчерской станцией приведена на рис. 3.

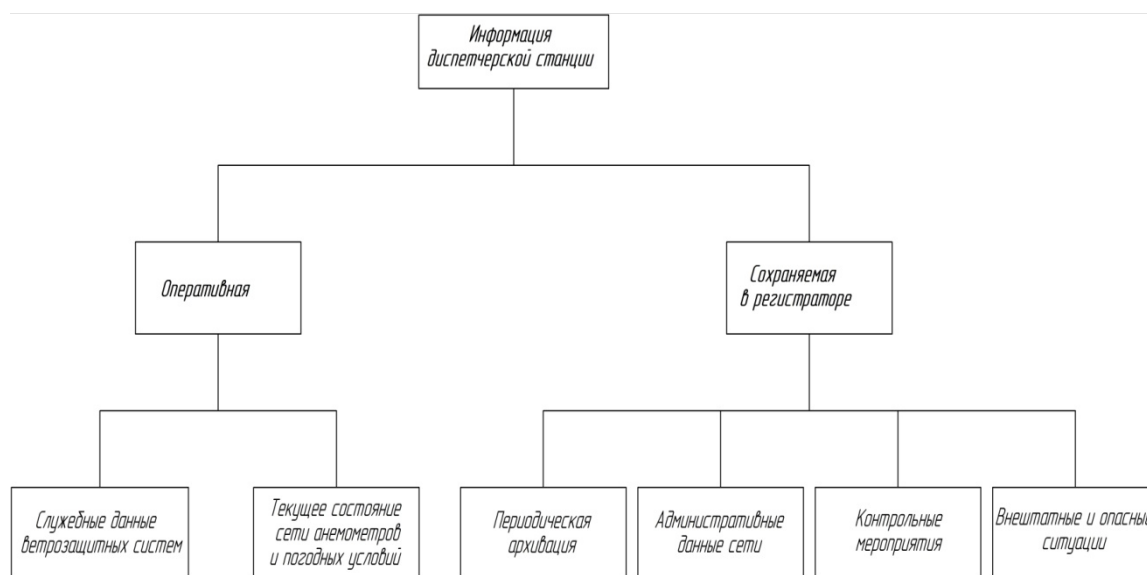


Рис. 3. Дерево информации диспетчерской станции.

К оперативной информации относятся графические и текстовые данные, к которым оператор станции имеет непосредственный доступ, а именно текущее состояние сети ветрозащитных систем и сведения о каждой отдельной ветрозащитной системе, установленной на конкретной ГПМ. В сведения о ветрозащитной системе включаются: обозначение ГПМ (например, инвентарный номер крана), адрес в сети, дату установки, даты последнего и следующего предполагаемого технического обслуживания. Информации о текущем состоянии сети содержит: общее число включённых в сеть анемометров, число анемометров и ГПМ, находящихся в рабочем состоянии, текущие показания скорости ветра, уведомления и сигналы о возникновении внештатных и опасных ситуаций, необходимости проведения контрольных мероприятий, а также других событий, предусмотренных программой диспетчерской станции.

Информация, сохраняемая в регистраторе параметров (доступная только авторизованному техническому персоналу), подразделяется на четыре основные группы, по которым её можно будет сортировать при анализе:

1) Административные данные сети: включение и отключение от сети новых элементов (отдельных ветрозащитных систем), время включение и отключения диспетчерской станции и отдельных анемометров, записи о вносимых изменениях в настройки станции.

2) Периодическая (в соответствии с настраиваемым графиком) архивация оперативных данных о текущем состоянии сети. Наличие архивных данных с сети анемометров позволит анализировать работу ГПМ на площадке во времени и будет являться независимым источником информации для проверки показаний штатных регистраторов параметров.

3) Уведомления и записи о контрольных мероприятиях, например ежеквартальном техобслуживании или ежегодной поверке. При этом при построении сети анемометров появляется возможность создавать контрольные группы приборов, установленных в

одинаковых ветровых условиях, и в автоматическом режиме выявлять отклонение показаний отдельного анемометра от группы, и, следовательно, необходимость проведения внеочередного технического обслуживания.

4) Внештатные и опасные ситуации: обрыв связи анемометра с датчиком скорости ветра, незамыкание противоугонных захватов на кране, переведённом в нерабочее состояние, поступление предупредительных и запрещающих сигналов при повышении скорости ветра. Для анализа скорости реагирования персонала на возникновение опасной ветровой обстановки и повышение точности прогнозирования её изменений также предполагается сохранять графики показаний скорости ветра за всё время действия опасных сигналов.

Заключение

Таким образом, в настоящей статье предложена концепция двухуровневой системы ветрозащиты, реализующий комплексный подход путем объединения отдельных устройств в систему. Указаны необходимые доработки существующих средств и приборов безопасности: анемометров и противоугонных захватов, служащих первым уровнем системы. Разработана структура и информационное наполнение диспетчерской станции, на базе которой строится второй уровень системы.

На основании описанных разработок предполагается изготовление опытного образца диспетчерской станции и доработка существующей модели анемометра АЦ5.0 После изготовления образцов планируется проведение испытаний. Данные испытаний, будут использованы для дальнейшего совершенствования алгоритмов прогнозирования ветровой обстановки.

Список литературы

1. РД 24.090.102-01 «Основные требования безопасности к устройству и эксплуатации ветрозащитных систем мостовых и козловых кранов».
2. Рошин, В. А. Новая модель анемометра для грузоподъемных кранов / В. А. Рошин, В. А. Потапов, С. Д. Иванов // Подъемно-транспортное дело. – 2021. – № 1-3(103). – С. 9-11. – EDN BOMDIX.
3. Зарецкий, А. А. Регистраторы параметров работы грузоподъемных кранов / А. А. Зарецкий, Л. С. Каминский, И. Г. Федоров // Безопасность труда в промышленности. – 2001. – № 4. – С. 60-62. – EDN JVV TZT.
4. Системы защиты, приборы и устройства безопасности для грузоподъемной техники / Л. С. Каминский, И. А. Пятницкий, И. Г. Федоров [и др.] // Строительные и дорожные машины. – 2015. – № 1. – С. 14-17. – EDN TEDYXB.
5. - Тихонов, Ю. Б. Повышение безопасности работы козловых кранов на железнодорожных станциях и сортировочных горках / Ю. Б. Тихонов // Известия Транссиба. – 2023. – № 2(54). – С. 89-97. – EDN DFA YFZ.
6. Объективная информация о работе подъемно-транспортных машин как основа повышения качества информационных систем грузообработывающих предприятий / Н. Ю. Иванова, С. Д. Иванов, С. А. Надеженков, А. Н. Назаров // Машины и установки: проектирование, разработка и эксплуатация. – 2023. – № 2. – С. 81-96. – EDN MRGIFW.
7. Рошин, В. А. Применение методов прогнозирования опасных факторов в приборах безопасности кранов на примере кранового анемометра / В. А. Рошин, С. Д. Иванов, А. Н. Назаров // Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета. –

2020. – Т. 17, № 5(75). – С. 584-597. – DOI 10.26518/2071-7296-2020-17-5-584-597. – EDN VAFCGT.

8. Подобед, Н. Е. Обеспечение безопасности при работе портовых кранов в условиях штормового ветра / Н. Е. Подобед, В. А. Подобед // Вестник МГТУ. Труды Мурманского государственного технического университета. – 2011. – Т. 14, № 3. – С. 499-501. – EDN RBSENV.

9. Орлов, Д. Ю. Автоматические системы обеспечения безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов / Д. Ю. Орлов. – Томск : Томский государственный архитектурно-строительный университет, 2021. – 76 с. – ISBN 978-5-93057-958-1. – EDN FQYFJQ.

10. Крылов, В. В. Методика обеспечения устойчивости стреловых кранов при проектировании и эксплуатации от комплексного влияния факторов техногенного и природного характера : специальность 05.02.02 "Машиноведение, системы приводов и детали машин" : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Крылов Вадим Викторович, 2021. – 269 с. – EDN BTLSGB.

11. Москвитин, С. П. Построение систем телеметрии промышленного назначения с использованием беспроводных сенсорных сетей / С. П. Москвитин, Д. В. Комраков // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2014. – № S2(52). – С. 87-91. – EDN QWHFKF.

12. Жуков, В. С. методы организации беспроводных защищенных сетей / В. С. Жуков // E-Scio. – 2021. – № 3(54). – С. 160-166. – EDN JSRMNS.

АВТОРЫ

Потапов Валентин Алексеевич, генеральный директор, ООО «Инженерно-технический центр «КРОС», 141281, московская область, г.о. Пушкинский, г. Ивантеевка, проезд Санаторный, д. 1/1Б, офис 415, кандидат технических наук, e-mail: potapov@itc-kros.ru;

Рощин Виталий Андреевич, инженер, ООО «Инженерно-технический центр «КРОС», 141281, московская область, г.о. Пушкинский, г. Ивантеевка, проезд Санаторный, д. 1/1Б, офис 415, e-mail: roshchinva@mail.ru;

Иванов Сергей Дмитриевич, доцент кафедры «Подъемно-транспортные системы» МГТУ им. Н.Э. Баумана, (105005, Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5), кандидат технических наук, доцент, e-mail: ptm-diagnostics@yandex.ru

Machines & Plants Design & Exploiting

*Electronic journal
International Public Organization
"Integration strategy"
<http://maplants-journal.ru>*

*Link to the article:
//Machines and Plants:Design and Exploiting.
2024. № 4. pp. 25 – 33.*

DOI:

Received: 04.12.2024

Accepted for publication: 12.12.2024

© International Public Organization "Integration strategy"

Development of a wind protection system for rail cranes

Valentin A. Potapov¹,
Vitaliy A. Roshchin^{1*},
Sergey D. Ivanov²

^{*}roshchinva@mail.ru

¹LLC "Engineering and Technical Center
"CROS", Russian Federation

²Bauman Moscow State Technical University,
Moscow, Russian Federation

This paper describes the development of a two-tier system of wind protection for railway cranes. Unlike currently used technical safety equipment, the wind protection system implements a comprehensive approach to ensuring the protection of cranes from dangerous wind conditions in accordance with regulatory requirements. The article describes the structure of the system, the development of new safety measures, and the necessary improvements to existing ones. The structure and informational content of the dispatch station have been developed, on the basis of which the second level of the wind protection system is built, and prospects for improving the algorithms of its operation are described.

Keywords: railway crane, wind protection system, rail clamp, dispatch station, anemometer, anemometer network.

References

1. RD 24.090.102-01 "Basic Safety Requirements for the Design and Operation of Wind Protection Systems for Bridge and Gantry Cranes."
2. Roshchin, V. A. "A New Model of Anemometer for Lifting Cranes" / V. A. Roshchin, V. A. Potapov, S. D. Ivanov // Lifting and Transport Engineering. – 2021. – No. 1-3(103). – pp. 9-11. – EDN BOMDIX.
3. Zaretsky, A. A. "Recorders of Operating Parameters of Lifting Cranes" / A. A. Zaretsky, L. S. Kaminsky, I. G. Fedorov // Labor Safety in Industry. – 2001. – No. 4. – pp. 60-62. – EDN JVVZTZ.
4. "Protection Systems, Safety Devices and Equipment for Lifting Machinery" / L. S. Kaminsky, I. A. Pyatnitsky, I. G. Fedorov [et al.] // Construction and Road Machinery. – 2015. – No. 1. – pp. 14-17. – EDN TEDYXB.
5. Tikhonov, Y. B. "Improving the Safety of Gantry Crane Operations at Railway Stations and Sorting Humps" / Y. B. Tikhonov // Transsib News. – 2023. – No. 2(54). – pp. 89-97. – EDN DFAYFZ.
6. Ivanova, N. Yu., Ivanov, S. D., Nadezhnenkov, S. A., Nazarov, A. N. "Objective Information on the Operation of Lifting and Transport Machines as the Basis for Improving the

Quality of Information Systems in Cargo Handling Enterprises" // Machines and Installations: Design, Development, and Operation. – 2023. – No. 2. – pp. 81-96. – EDN MRGIFW.

7. Roshchin, V. A. "Application of Hazard Factor Forecasting Methods in Crane Safety Devices Using the Example of Crane Anemometers" / V. A. Roshchin, S. D. Ivanov, A. N. Nazarov // Bulletin of the Siberian State Automobile and Highway University. – 2020. – Vol. 17, No. 5(75). – pp. 584-597. – DOI 10.26518/2071-7296-2020-17-5-584-597. – EDN VAFCGT.

8. Podobed, N. E. "Ensuring Safety When Operating Port Cranes in Stormy Wind Conditions" / N. E. Podobed, V. A. Podobed // Bulletin of MSTU. Proceedings of Murmansk State Technical University. – 2011. – Vol. 14, No. 3. – pp. 499-501. – EDN RBSENV.

9. Orlov, D. Yu. "Automated Systems for Ensuring Safe Operation of Lifting Cranes" / D. Yu. Orlov. – Tomsk: Tomsk State University of Architecture and Building, 2021. – 76 pp. – ISBN 978-5-93057-958-1. – EDN FQYFJQ.

10. Krylov, V. V. "Methodology for Ensuring the Stability of Tower Cranes in Design and Operation Against the Complex Impact of Technogenic and Natural Factors" : specialty 05.02.02 "Machine Engineering, Drive Systems, and Machine Parts" : dissertation for the degree of Candidate of Technical Sciences / Krylov Vadim Viktorovich, 2021. – 269 pp. – EDN BTLSGB.

11. Moskvitin, S. P. "Building Telemetry Systems for Industrial Purposes Using Wireless Sensor Networks" / S. P. Moskvitin, D. V. Komrakov // Issues of Modern Science and Practice. V.I. Vernadsky University. – 2014. – No. S2(52). – pp. 87-91. – EDN QWHFKF.

12. Zhukov, V. S. "Methods for Organizing Wireless Secure Networks" / V. S. Zhukov // E-Scio. – 2021. – No. 3(54). – pp. 160-166. – EDN JSRMNS.

AUTHORS

Valentin A. Potapov, General Director of the LLC "Engineering and Technical Center "CROS" 141281, Moscow region, Pushkinsky district, Ivanteevka, Sanatorny passage, 1/1B, office 415, Candidate of Technical Sciences, e-mail: potapov@itc-kros.ru;

Vitaliy A. Roshchin, Engineer of the LLC "Engineering and Technical Center "CROS" 141281, Moscow region, Pushkinsky district, Ivanteevka, Sanatorny passage, 1/1B, office 415, Candidate of Technical Sciences, e-mail: roshchinva@mail.ru;

Sergey D. Ivanov, Associate Professor of the Department of Lifting and Transport Systems at Bauman Moscow State Technical University, (105005, Moscow, 2nd Bauman str., 5), Candidate of Technical Sciences, e-mail: ptm-diagnostics@yandex.ru