



ИНЖЕНЕРНЫЙ ВЕСТНИК ДОНА

научный журнал Ростовского отделения РИА

344006, г. Ростов-на-Дону, ул. Пушкинская, 140, тел. 2640944, ivdon3@bk.ru

№ 54-281/22

от

14.12.2022

На №

от

## СПРАВКА

Дана Н.В. Богдановой, В.В. Плотникову, Р.И. Бикбулатову, А.М. Пироговой в том, что статья «Некоторые аспекты повышения эффективности портовой деятельности на основе нейронной видео-аналитики» (авторы: Н.В. Богданова, В.В. Плотников, Р.И. Бикбулатов, А.М. Пирогова) опубликована в научном журнале «Инженерный вестник Дона» (сетевое издание), номер 12 за 2022 год.

Директор исполнительной дирекции РО РИА,  
академик РИА



М.Д. Розин

## Некоторые аспекты повышения эффективности портовой деятельности на основе нейронной видео-аналитики

*Н.В. Богданова, В.В. Плотников, Р.И. Бикбулатов, А.М. Пирогова*

*Казанский Государственный Энергетический Университет*

**Аннотация:** Основной задачей при разработке и интеграции цифровых средств автоматизации является повышение эффективности функционирования предприятия. Одной из наиболее актуальных сфер интеграции таких решений является портовая деятельность. Целью данной статьи является анализ аспектов повышения эффективности портовой деятельности на основе интеллектуальных средств автоматизации. Авторами подробно рассматривается решение обозначенной задачи на основе внедрения средств нейронной видео-аналитики. В работе применяются теоретические методы исследования, а также используются результаты зарубежных и отечественных научных исследований. Научная значимость заключается в предпринимаемой попытке систематизации знаний о методах повышения эффективности портовой деятельности на основе интеллектуальных средств автоматизации.

**Ключевые слова:** Портовая деятельность, автоматизация, нейронная видео-аналитика, предприятие, искусственный интеллект.

### Введение

Одной из наиболее актуальных областей интеграции цифровых решений является транспортная отрасль. Правительством Российской Федерации 30.09.2018 года был утвержден план модернизации и расширения магистральной инфраструктуры до 2024 года. Одним из приоритетных направлений развития является транспортная система страны. Также большое внимание уделяется повышению уровня транспортной безопасности. Концепция представляет собой необходимость внедрения передовых технологий и лучших практик из области автоматизации транспортной отрасли и различных логистических процессов.

Одним из наиболее значимых сегментов развития экономики нашей страны является портовая деятельность. Эта отрасль в настоящее время особенно нуждается в интеграции инновационных цифровых средств автоматизации на основе использования систем искусственного интеллекта. Предполагается, что современные интеллектуальные информационные

системы способны на качественном уровне изменить и повысить эффективность функционирования портов [1].

Морские порты имеют колоссальное значение в развитии экономики любого государства. На сегодняшний день наблюдается ряд тенденций, связанных со снижением безопасности и эффективности выполнения технологических процессов на таких объектах. Проблема обусловлена неготовностью современных российских морских портов к обслуживанию увеличивающегося парка судов. Помимо этого, отмечается непрерывное повышение объема морских грузоперевозок. Недостаточный уровень технологического обеспечения приводит к повышению затрат при работе портов, а также к нарушению требований безопасности и охраны труда. Совокупность данных факторов подтверждает высокую актуальность и необходимость повышения эффективности функционирования морских портов.

Повышение грузопотока требует повышения эффективности и безопасности выполнения технологических процессов в морском порту. Гипотеза представленного исследования заключается в возможности повышения эффективности и безопасности выполнения технологических процессов портового сектора на основе интеграции систем нейронной видеоаналитики. Исходя из вышеперечисленного, целью данного исследования является анализ возможностей и эффективности автоматизации процессов в морском порту с использованием средств интеллектуальной видеообработки.

Основными задачами исследования стали:

- анализ актуальности использования интеллектуальных средств автоматизации на современных предприятиях;
- выявление ключевых проблем в выполнении технологических задач морскими портами;

- анализ возможности использования систем нейронной видео-аналитики применительно к морскому порту;
- эффективность применения нейронной видео-аналитики в морском порту с целью повышения качества и безопасности выполнения технологических процессов.

Объектом текущего исследования являются технологические процессы предприятий портовой деятельности.

Предметом исследования являются вопросы повышения эффективности и безопасности выполнения технологических процессов в морском порту.

### **Материалы и методы**

Методология исследования построена на комплексном анализе литературных источников с целью выявления актуальных проблем и методов их решения. Так, основной теоретической базой для работы выступили отечественные научные исследования следующих авторов: Грошев Г.М., Климова Н.В., Янченко А.А., Liman I.A., Miftakhova M.R., Ломакин Н.И., Пескова О.С., Кулачинская А.К., и других. В работах указанных авторов рассматриваются фундаментальные вопросы автоматизации морских портов на основе интеллектуальных средств, которые необходимо проанализировать.

В используемой авторами литературе раскрываются такие фундаментальные вопросы, как: автоматизация информационного обеспечения независимых участников мульти-модальных перевозок контейнеров в морской порт в транспортном узле, информационные системы, как инструмент повышения производительности морских портов, искусственный интеллект и автоматизация в судоходстве и другие.

## **Анализ актуальности использования интеллектуальных средств автоматизации на современных предприятиях**

На основе интеллектуальных автоматизированных систем (ИАС) возможно выполнение многофункциональных задач в современных морских портах. Основными особенностями таких систем являются гибкость и возможность интеграции для решения разноплановых задач на предприятии. Под гибкостью в данном случае понимается возможность адаптации систем на предприятии к изменениям бизнес-процессов, а также быстрого реагирования на инциденты нарушения безопасности [2].

Еще одной особенностью ИАС является возможность ее интеграции в различные инфраструктуры, выходящие за рамки одного предприятия. Это значительно повышает эффективность таких систем при решении вопросов безопасности. Ввиду непрерывной разработки и обновления инновационных цифровых решений они не теряют своей актуальности даже с учетом динамики производственных процессов и способны в режиме реального времени реагировать на все изменения, происходящие в работе морского порта.

Функционально рассматриваемые системы состоят из ряда решаемых задач, сгруппированных относительно признака цели. Основные элементы обеспечивающих систем включают в себя следующие составляющие (рис. 1).

То есть, составляющие ИАС, по набору осуществляемых ими функций представляют собой автоматизированные инструменты по управлению и мониторингу процессов на морском транспорте и портах. В основе решения указанных выше задач находится математический комплекс, включающий программы и средства программирования. Состав математического комплекса позволяет осуществлять автоматизированную обработку текстов,

получение справочных данных и обеспечение функционирования технических средств [3].



Рис. 1. Элементы логистических информационных систем

Именно на основе средств автоматизированных технологий представляется возможным создание и интеграция единой системы по сбору, обработке и передаче данных в режиме реального времени. Применение ИАС обеспечивает бесперебойное и качественное получение и обработку информации о товарах, грузах, складах и морских судах. Как следствие, способствует оптимизации использования ресурсов и значительному повышению уровня транспортной безопасности. В то же время их отсутствие приводит к потере актуальности информации или неэффективному ее использованию при решении задач по обеспечению работы порта и его безопасности. Причина заключается в увеличении времени получения и обработки данных классическими методами.

На основе ИАС решается ряд ключевых задач, связанных с консолидацией информации о перевозках, условиях хранения и транспортировке грузов, то есть обеспечивается бесперебойная интеграция совокупности систем. Системы взаимодействуют между собой при

выполнении транспортных задач, ведут непрерывный документооборот на каждом из этапов в режиме реального времени. Также на основе быстро получаемой и обрабатываемой (с помощью машинного обучения) информации, современный логистический бизнес получает возможность оптимизации загрузки складов и транспорта. Наблюдается возможность быстрого и эффективного расчета рентабельности и управления ценообразованием. Интеллектуальные системы способны не только производить контроль и решение логистических задач по ранее заданным шаблонам, но также и адаптироваться к текущим условиям. Это, в свою очередь, позволяет изменять работу алгоритмов с целью получения наиболее эффективных результатов [4].

#### **Выявление ключевых проблем в выполнении технологических задач морских портов**

Морской порт представляет собой сложную систему, в которой взаимосвязаны такие виды транспорта, как железнодорожный, речной, автомобильный, трубопроводный. Порты обеспечивают не только экономическую состоятельность страны, перевозку народнохозяйственных грузов, развитие транзитного потенциала, но также и обороноспособность государства. Учитывая важность морских портов, как стратегически значимых объектов, необходима постоянная адаптация их экономического развития к изменению факторов внешней среды [5].

По результатам проведенного анализа необходимо выделить ряд ключевых проблем из области функционирования морских портов. Первой из них является низкая эффективность выполнения технологических процессов. Это связано, в первую очередь, с недостаточным уровнем цифровизации и использования инновационных решений, автоматизирующих выполнение данных функций. Ввиду непрерывного повышения числа грузоперевозок

---

морским транспортом, уже не представляется возможным выполнение технологических операций посредством классических методов. Поэтому, важным аспектом развития современных морских портов является выполнение цифровой трансформации и интеграции инновационных технологических решений.

Это обуславливает необходимость использования систем, способных автоматически производить выполнение технологических процессов. Именно на основе подобных цифровых решений возможно значительное повышение эффективности и рациональности использования ресурсов морских портов.

Второй, не менее значимой, проблемой морских портов является недостаточный уровень безопасности при выполнении технологических операций. Увеличивающаяся динамика несчастных случаев подтверждает актуальность данной проблемы. Решением является интеграция цифровых решений, способных производить контроль и мониторинг соблюдения правил безопасного выполнения работ. Помимо этого, необходимо повышение безопасности с точки зрения контроля и управления доступом к объектам морских портов.

С другой стороны, перевозимые в грузовых контейнерах некоторые грузы также могут представлять весьма серьезную угрозу безопасности, в том числе, и на уровне государства. Поэтому неоспорима необходимость развития вопросов повышения уровня систем безопасности морских портов для контроля грузов, которые могут быть использованы организациями, несущими угрозу [6,7].

Таким образом, в сфере морских грузоперевозок необходима разработка и интеграция инновационных систем, имеющих следующий функционал:

- контроль передвижения на территории порта в автоматическом режиме;

---

- выявление незаконного пересечения границ объектами ограниченного доступа;
- мониторинг соблюдения правил безопасности технологических процессов.

### **Анализ возможности использования нейронной видео-аналитики применительно к морскому порту**

Одним из примеров инновационных систем обеспечения высокой эффективности функционирования предприятия на основе ИАС является нейронная система видео-аналитики. Приложения используют видео-аналитику для принятия немедленных мер на основе собственного решения без вмешательства человека. Кроме того, системы управления базами данных, которые работают с информацией и обрабатывают запросы к видео, могут иметь более продвинутые функции для поддержки видео-аналитики. Основными алгоритмами видео-аналитики являются детекция движения и построение траектории движущихся объектов (трекинг). На основе подобных алгоритмов разработаны несколько модулей аналитики Domination (рис. 3). При обнаружении на видео подозрительного или нежелательного поведения объекта пользователь может принять решение к осуществлению соответствующих действий [8].

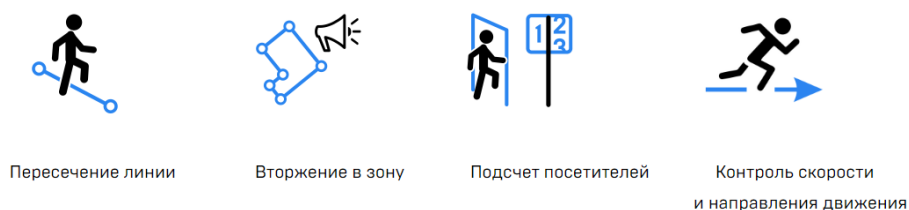


Рис. 3. Примеры детектирования движения посредством видео-аналитики

Обнаружение движения, отслеживание объектов и анализ сцен - все это рассматривается как видео-аналитика. Обнаружение движения заключается в сравнении текущего изображения со статическим фоном сцены. Отслеживание объектов позволяет найти конкретный объект в текущем кадре, который относится к объекту в следующем кадре. Анализ сцены заключается в распознавании действий в сцене. Видео-аналитика помогает понять ситуацию в видео и спрогнозировать следующие шаги, отслеживая объекты в видео. Основная цель нейронной видео-аналитики - автоматическое распознавание временных и пространственных событий в видео. Подозрительно передвигающийся человек, несоблюдение правил движения судна, внезапное появление пламени и дыма - это всего лишь несколько примеров того, что может обнаружить решение для видео-аналитики.

Как уже было сказано, важным преимуществом интеграции нейронной видео-аналитики является решение вопросов безопасности. Информационные системы, обрабатывающие данные с камер, способны решать вопросы безопасности не только определенного транспортного объекта, но и объектов инфраструктуры. К ним могут относиться транспортно-пересадочные узлы, склады, мастерские, депо, стоянки, а также линейные объекты - автодороги, путепроводы и иные. Безопасность таких разнородных объектов может обеспечиваться с помощью систем интеллектуального видеонаблюдения, но в каждом случае используется свой подход к организации мониторинга. В последнее время машинное обучение и компьютерное зрение применяются во многих областях, и они произвели революцию в области видео-аналитики [9,10].

В отличие от нейронных, традиционные системы видео-аналитики требуют многократных запросов к изученным глубоким моделям и страдают

---

от больших вычислительных затрат. Именно это и обуславливает высокую значимость и актуальность использования решений нейронной видео-аналитики с применением искусственного интеллекта в вопросах цифровой операционной трансформации предприятия.

### **Эффективность применения нейронной видео-аналитики в морском порту**

На основе исследуемых инструментов представляется возможным: автоматический мониторинг выполнения операций на всех участках территории. Например, сканирование передвижений на территории и выявление подозрительных действий, работы, выполняемой сотрудниками, сканирование территории порта на предмет ношения сотрудниками средств индивидуальной защиты и т.д.

В совокупности представляемых нейронной видео-аналитикой возможностей, необходимо отметить рост следующих функциональных показателей морских портов (рис. 4):



Рис. 4. Рост показателей морских портов на основе применения нейронной видео-аналитики

Данные подтверждаются исследованиями IDC, Worldwide video Surveillance Camera Forecast. В целом необходимо отметить, что ожидаемым результатом внедрения нейронной видео-аналитики в морском порту является сокращение времени автоматического приема груза, создание аналитической базы принятия управленческих решений, сокращение нарушений по охране труда, сокращение количества мошеннических схем (рис. 5) [11].



Рис. 8. Возможности использования нейронной видео-аналитики в портовой деятельности

### Заключение

Таким образом, основной целью данного исследования являлся анализ вопросов повышения эффективности портовой деятельности на основе интеллектуальных средств автоматизации. По результатам проведенного анализа, можно сделать следующие выводы:

- современные инструменты и средства автоматизации способны решать все большее количество задач, которые когда-то требовали непосредственного участия человека. Применение автоматических систем сокращает временные, финансовые и ресурсные затраты, повышает точность и надежность работы оборудования. Время срабатывания автоматических устройств можно задавать принудительно и выбирать оптимальные временные промежутки для повышения эффективности работы технической системы;

- использования нейронной видео-аналитики для автоматизации производственных процессов в портах занимает ключевое место в вопросах их развития и совершенствования. Именно нейронная видео-аналитика позволяет добиться колоссальных результатов повышения эффективности функционирования предприятия и рациональности выполнения бизнес-процессов.

- использование видео-аналитики в морских портах позволяет существенно повысить уровень безопасности. На основании данных интеллектуальных видеосистем возможно предотвращать потенциальные преступления, нарушения требований безопасности, оповещать руководство и персонал и осуществлять вызов правоохранителей;

- в случае несоблюдения правил техники безопасности, совершения правонарушения или преступления на территории морского порта установленные системы видео-аналитики позволяют определить точное время и место происшествия по видеозаписи. Такие видеоматериалы можно использовать при обращении в правоохранительные органы в качестве доказательств;

В заключение необходимо отметить, что развитие информационных технологий предоставляет современным морским портам инновационные решения для повышения эффективности и безопасности. Внедрение

---

современных технологий позволяет также сократить время решения любых задач и повысить точность. Системы с применением нейронной видеоаналитики, по сравнению со стандартным наблюдением видеопотока человеком, способны обрабатывать поступающую информацию и принимать решения по устранению нежелательных ситуаций. Представленные в рамках данной работы материалы могут стать теоретической базой для обоснования актуальности и необходимости практической реализации нейронной видеоаналитики для решения задач в морских портах [12].

### Список литературы

1. Грошев Г.М., Климова Н.В., Сугоровский А.В., Манаков А.Д., Булавский П.Е. Автоматизация информационного обеспечения независимых участников мультимодальных перевозок контейнеров в морской порт в транспортном узле // Автоматика на транспорте. 2018. №3. С. 315-332.
2. Зуб И.В., Ежов Ю.Е., Анголенко Т.С. Информационные системы как инструмент повышения производительности морских портов // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С. О. Макарова. 2022. С. №14(2). С.218-229.
3. Янченко А.А. Научные подходы к исследованию процессов функционирования морских портов и портовых терминалов // Научные проблемы водного транспорта. 2018. №55. С. 185-192.
4. Liman I.A., Miftakhova M.R., Leyman T.I. The problem of ensuring the stability of market equilibrium in the market of automobile freight transportation // Bulletin of Eurasian Science. 2018. №5. pp.1-15.
5. Гладкова А.М., Марушевский М.В., Фаустова О.Г. Искусственный интеллект и автоматизация в навигации и судоходстве. снижение влияния человеческого фактора // Вестник молодежной науки. 2021. №5(32). С.1-8.

6. Ломакин Н.И., Пескова О.С., Кулачинская А.К., Лукьянов Г.И., Якшин С.В., Рыбанов А.А., Водопьянова Н.А., Сычева А.В., Могхарбел Н.О., Тарасова Н.К. Применение искусственного интеллекта для оценки устойчивости развития экономики России сквозь призму динамики транспортной системы // МНИЖ. 2021. №12. С. 71-78.

7. Целигорова Е.Н. Современные информационные технологии и их использование для исследования систем автоматического управления. // Инженерный вестник Дона, 2010, №3. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n3y2010/222.

8. Эглит Я.Я., Эглите К.Я., Попова Е.А., Кулинич Н.В. Модели совершенствования функционирования морских портов // ТДР. 2022. №1. С.156-158.

9. Tavacioglu L., Gokmen N., Ski O. The Developing Automation and Applications in Maritime Transformation Process of Freights // International Conferences on Science and Technology Engineering Sciences and Technology ICONST EST. 2021. URL: [researchgate.net/publication/356540494\\_The\\_Developing\\_Automation\\_and\\_Applications\\_in\\_Maritime\\_Transformation\\_Process\\_of\\_Freights](https://researchgate.net/publication/356540494_The_Developing_Automation_and_Applications_in_Maritime_Transformation_Process_of_Freights)

10. Романов, Д.Е. Нейронные сети обратного распространения ошибки// Инженерный вестник Дона, 2009, №3. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n3y2009/143

11. Мордвинова Т.Б. Цифровая «лихорадка» применительно к портовой инфраструктуре восточной Арктики // Океанский менеджмент. 2021. №1 (10). С. 52-59.

12. Philipp R., Prause G., Olaniyi E., Lemke F. Towards Green and Smart Seaports: Renewable Energy and Automation Technologies for Bulk Cargo Loading Operations // Scientific Journal of Riga Technical University. Environmental and Climate Technologies. 2021. №1. pp. 650-665.

## References

1. Groshev G.M., Klimova N.V., Sugorovskij A.V., Manakov A.D., Bulavskij P.E. Avtomatika na transporte. 2018. №3. pp. 315-332.
2. Zub I.V., Ezhov Yu.E., Angolenko T.S. Vestnik gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota im. admirala S. O. Makarova. C. №14(2). pp. 218-229.
3. Yanchenko A.A. Nauchny`e problemy` vodnogo transporta. 2018. №55. pp. 185-192.
4. Liman I.A., Miftakhova M.R., Leyman T.I. Bulletin of Eurasian Science. 2018. №5. pp. 1-15.
5. Gladkova A.M., Marushevskij M.V., Faustova O.G. Vestnik molodezhnoj nauki. 2021. №5(32). pp.1-8.
6. Lomakin N.I., Peskova O.S., Kulachinskaya A.K., Luk`yanov G.I., Yakshin S.V., Ry`banov A.A., Vodop`yanova N.A., Sy`cheva A.V., Mogxarbel N.O., Tarasova N.K. MNIZh. 2021. №12. pp. 71-78.
7. Celigorova E.N. Inzhenernyj vestnik Dona, 2010, №3. URL: [ivdon.ru/magazine/archive/n3y2010/222](http://ivdon.ru/magazine/archive/n3y2010/222).
8. E`glit Ya.Ya., E`glite K.Ya., Popova E.A., Kulinich N.V. TDR. 2022. №1. pp. 156-158.
9. Tavacioglu L., Gokmen N., Ski O. International Conferences on Science and Technology Engineering Sciences and Technology ICONST EST. 2021. URL: [researchgate.net/publication/356540494\\_The\\_Developing\\_Automation\\_and\\_Applications\\_in\\_Maritime\\_Transformation\\_Process\\_of\\_Freights](https://researchgate.net/publication/356540494_The_Developing_Automation_and_Applications_in_Maritime_Transformation_Process_of_Freights).
10. Romanov, D.E. Inzhenernyj vestnik Dona, 2009, №3. URL: [ivdon.ru/magazine/archive/n3y2009/143](http://ivdon.ru/magazine/archive/n3y2009/143).
11. Mordvinova T.B. Okeanskij menedzhment. 2021. №1 (10). pp. 52-59.



12. Philipp R., Prause G., Olaniyi E., Lemke F. Scientific Journal of Riga Technical University. Environmental and Climate Technologies. 2021. №1. pp. 650-665.