

### Список литературы

1. International Ship and Port Facility Security (ISPS) Code, 2nd edition, 2009. — 272 с.
2. Федеральный закон от 09.02.2007 №16-ФЗ (ред. от 03.02.2014) «О транспортной безопасности». [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://base.garant.ru/12151931/#help> (дата обращения 13.05.2015).
3. Дронов С. В. Многомерный статистический анализ / С. В. Дронов. — Барнаул, 2005. — 213 с.
4. Гитис Л. Х. Статистическая классификация и кластерный анализ / Л. Х. Гитис. — М.: Изд-во Московского государственного горного ун-та, 2003. — 159 с.
5. Артемьев А. Б. Полиграф и права человека / А. Б. Артемьев, М. О. Воробьев // Юридическая мысль. — 2012. — № 2. — С. 13–18.
6. Семенцов В. А. Проверка правдивости показаний на полиграфе / В. А. Семенцов // Российский юридический журнал. — 2011. — № 2. — С. 111–116.
7. Леонтьев К. А. Оценка результатов тестирования на полиграфе методами регрессионного анализа / К. А. Леонтьев, С. Д. Панин, Ю. И. Холодный // Наука и образование: электронное научно-техническое издание. — 2014. — № 10. — С. 230–243.
8. Гаужаева В. А. Методические основы проведения исследований на полиграфе / В. А. Гаужаева // Теория и практика общественного развития. — 2015. — № 1. — С. 57–60.
9. Савченко Т. Н. Применение методов кластерного анализа для анализа данных психологических исследований / Т. Н. Савченко // Прикладная юридическая психология. — 2008. — № 4. — С. 100–111.
10. Нелипа Д. В. Применение кластерного анализа при проведении системного анализа в политологии / Д. В. Нелипа // Вісник Київського національного університету ім. Тараса Шевченка. Філософія. Політологія. — 2012. — № 110. — С. 27–32.
11. Григорьев А. А. Кластерный анализ как инструмент обработки данных при анализе информационных систем / А. А. Григорьев // Известия российского экономического университета им. Г. В. Плеханова. — 2013. — № 1 (11). — С. 036–048.
12. *Dap Louw*. Forensic Psychology, In International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences (Second Edition), edited by James D. Wright, Elsevier, Oxford. — 2015. — P. 351–356.
13. Development of the polygraph technique in Japan for detection of deception. Yamamura, Takehiko et al. Forensic Science International. — Vol. 44. — Issue 2. — 257–271.
14. *David C. Raskin* and John C. Kircher, Chapter 3. — Validity of Polygraph Techniques and Decision Methods, In Credibility Assessment, edited by David C. Raskin and Charles R. Honts John C. Kircher, Academic Press, San Diego. — 2014. — P. 63–129.

**УДК 656.212: 004.94**

**Р. Г. Король,**  
соиск.;

**А. С. Балалаев,**  
д-р техн. наук, доц.

### **ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ «ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНАЯ СТАНЦИЯ – МОРСКОЙ ПОРТ» НА ПРИМЕРЕ ВЛАДИВОСТОКСКОГО ТРАНСПОРТНОГО УЗЛА**

### **THE SIMULATION MODELING SYSTEM «RAILWAY STATION – SEAPORT» VLADIVOSTOK TRANSPORT HUB**

*В данной работе представлена имитационная модель системы «железнодорожная станция – морской порт» для определения максимальной пропускной способности транспортного узла при заданном техническом оснащении обычных условиях и в условиях неравномерности поступления вагонопотока (при*

сгущенном подходе поездов). С целью реализации имитационной модели был произведен анализ технологии переработки экспортного и импортного вагонопотока, поступающего в систему «железнодорожная станция – морской порт», а также описан принцип работы имитационной модели, функциональные элементы моделируемой системы. Исходные данные для модели – статистические данные и вероятностные значения. Разработанная модель является динамической и представляет собой дискретно-событийное имитационное моделирование. Произведена апробация имитационной модели на примере припортовой станции Владивосток и ОАО «Владивостокский морской торговый порт» в рамках Владивостокского транспортного узла. В результате моделирования системы «железнодорожная станция – морской порт» были получены основные показатели работы транспортного узла: объемы переработанного вагонопотока с разбивкой по роду груза, время простоя подвижного состава под технологическими и грузовыми операциями, загрузка станционных путей и путей морского порта, количество принятых и отправленных поездов.

*In this work, we developed a simulation model of the system «railway station – seaport» to determine the maximum capacity of the transport node at a given technical equipment transportation hub under existing conditions and under conditions of uneven receipt of wagons (if condensed the approach of trains). To implement the simulation model analysis was made of the technology for processing export and import wagons entering the system «railway station – seaport», and also described the principle of operation of the simulation model, the functional elements of the system being modeled, the input data for the model – statistics and probability values. The developed model is dynamic and is discrete event simulation. Produced approbation of the simulation model on the example of Vladivostok station and «Vladivostok sea trading port» in the framework of Vladivostok transport hub. The result of simulation of the system «railway station – seaport» main indicators of transport hub: the volume of recycled wagons broken down by the nature of the cargo, the time of idle rolling stock under technological and cargo operations, loading station tracks and paths of the sea port, the number of received and sent trains.*

*Ключевые слова:* имитационная модель, система «станция – порт», транспортный узел, взаимодействие железнодорожного и морского транспорта.

*Key words:* the simulation model, the system «station – port», transport hub, the interaction of rail and sea transport.

---

**И**МИТАЦИОННОЕ моделирование работы системы «железнодорожная станция – морской порт» позволит исследовать процесс переработки вагонопотока на станции и в порту, который реализуется последовательностью следующих операций: прием поездов, перестановка из приемо-отправочного парка в сортировочный, расформирование, подача вагонов на причалы порта, погрузочно-выгрузочные операции с вагонами, уборка вагонов с путей порта, накопление вагонов в сортировочном парке, формирование составов, подготовка их к отправлению в приемо-отправочном парке и отправление со станции. Для выполнения перечисленных технологических операций в системе «станция-порт» имеются функционально-взаимодействующие объекты: входные участки; парк прибытия; сортировочный парк; вытяжные пути; пути порта; парк отправления; выходные участки. Каждое из перечисленных устройств обладает некоторыми параметрами: например, парк станции характеризуется своей емкостью, соответствующей количеству имеющихся путей определенной длины, достаточной для размещения необходимого числа вагонов и т.п. Остальные же устройства характеризуются еще и временем обслуживания поступивших вагонов, т.е. продолжительностью выполнения той или иной операции [1].

Цель создания имитационной модели – установить, соответствуют ли параметры работы железнодорожной станции и порта (перерабатывающая способность, время нахождения вагонов на станции с расчленением по операциям, полная загрузка устройств терминала порта и железнодорожных путей), заданным параметрам в системе – увеличению прибывающего вагонопотока. Результатом моделирования должно стать определение условий, при которых система «станция – порт» не сможет функционировать и перерабатывать поступающий вагонопоток.

Исходными данными для модели являются:

– технические характеристики рассматриваемого транспортного узла (компоновка железнодорожной станции и порта, количество станционных путей в парках, вместимость путей, количество причалов, вместимость грузовых фронтов);

– характеристики прибывающих поездов (количество вагонов в составе, тип подвижного состава, род перевозимого груза);

– временные параметры: осмотр состава по прибытию и отправлению, время на грузовые операции, время на маневровые передвижения (расформирование и формирование составов в сортировочном парке, перестановки состава из сортировочного парка в приемо-отправочный парк) [2].

Для формирования имитационной модели необходимо рассмотреть технологию переработки экспортного и импортного вагонопотока, поступающего в систему «железнодорожная станция – морской порт». В описании технологии моделирования работы транспортного узла рассматриваются операции, которые влияют на работу системы «станция – порт» наиболее существенно (рис. 1).



Рис. 1. Технологическая схема обработки экспортного и импортного вагонопотоков

Поезда, включающие вагоны с экспортным грузом, прибывают на станцию в соответствии с планом формирования поездов и поступают на пути парка приема, где производится осмотр составов в техническом и коммерческом отношении. В сортировочном парке припортовой станции происходит расформирование поездов и формирование групп вагонов (подача) с подборкой их на причалы порта. Вагоны подбираются в соответствии с заявкой порта. По окончании формирования состава, его переставляют на пути порта для таможенного оформления внешнеторговых грузов.

Вагоны с импортным грузопотоком оформляются на путях порта, где производится таможенный досмотр. Далее вагоны переставляются в сортировочный парк под накопление и формирования состава для отправления со станции. Затем следует перестановка в парк отправления, где производится технический и коммерческий осмотр состава, после чего поезд отправляется.

Транспортными единицами системы «станция – порт» являются составы, которые состоят из вагонов [3]. Интенсивность поступления транспортных единиц определяется числом груженых

и порожних вагонов, поступающих на станцию в расформирование за единицу времени. Вагоны описываются следующими параметрами:

- тип вагона;
- род перевозимого груза;
- время нахождения вагона на путях станции в ожидании технологических операций (приемо-отправочный парк, сортировочный парк, пути порта);
- время на погрузку, выгрузку вагона на путях порта.

Имитационная модель позволяет моделировать работу системы «станция – порт» по этапам, т.е. система разбивается на функциональные элементы: приемо-отправочный парк – сортировочный парк – пути порта. На этих этапах поочередно рассматривается состояние транспортно-единицы в моделируемой системе с заданной единицей модельного времени (минуты, часы, сутки) [4].

Действие имитационной модели построено на вводе в систему статистических данных, содержащих временные параметры нахождения различных вагонов с определенными грузами на каждом этапе в системе «станция – порт». Исходные данные содержат следующую информацию [4]:

1. максимальное (минимальное) количество поступающих поездов за сутки;
2. время нахождения вагонов на путях парка приема;
3. время нахождения вагонов в сортировочном парке;
4. время нахождения вагонов на путях порта (согласно специализации причала).

Разработанная модель, после накопления состава поезда, самостоятельно формирует, представляет в парк отправления и отправляет поезд со станции.

В моделируемую систему в качестве вероятностных значений вводятся: время поступления поездов на станцию, количество прибывающих поездов (согласно графику движения поездов и произвольные параметры), время между прибытием поездов (организация сгущенного подхода), количество вагонов с определенным грузом в составе поезда (сборные, контейнерные, маршрутные) [5], [6].

Особенность разработанной модели заключается в том, что она позволяет смоделировать работу припортовой станции в реальных условиях, учесть все временные характеристики нахождения вагонов в системе «станция – порт», технологическое время и сверхнормативный простой вагонов.

Единицей имитационного времени модели являются минуты. Так как нахождение вагона на определенном этапе обработки в течение суток разбивается с точностью до минуты, можно посмотреть работу станции в любой промежуток времени.

Разработанный программный комплекс позволяет смоделировать с определенной долей вероятности работу железнодорожной станции по обслуживанию причалов морского порта в течение нескольких суток.

Программа позволяет вводить исходные данные о количестве путей на грузовом фронте каждого причала в морском порту, обрабатывающих различные грузопотоки. Возможно, смоделировать разные варианты работы системы «станция – порт»: в существующих условиях и в условиях увеличенного вагонопотока.

Рассмотрим имитационное моделирование работы припортовой станции Владивосток, по обслуживанию путей ОАО «Владивостокский морской торговый порт» (ВМТП) и проанализируем полученные результаты [7].

Для инициализации модели используем следующие входные данные:

- сортировочный парк станции Владивосток состоит из 19 путей, различной вместимости;
- ОАО «ВМТП» включает 11 причалов, на каждом причале от 1 до 4 путей, различной вместимости с различной специализацией;
- количество путей в приемо-отправочном парке станции – 4;
- состав поезда – 71 условный вагон.

Рассматриваемый временной период моделирования – 5 суток. Этого периода достаточно для того, чтобы проанализировать работу припортовой станции и порта.

Смоделированы различные варианты работы системы «станция – порт» [8]:

1. Модель работы системы в существующих условиях: на станцию Владивосток прибывает ежедневно четыре поезда.

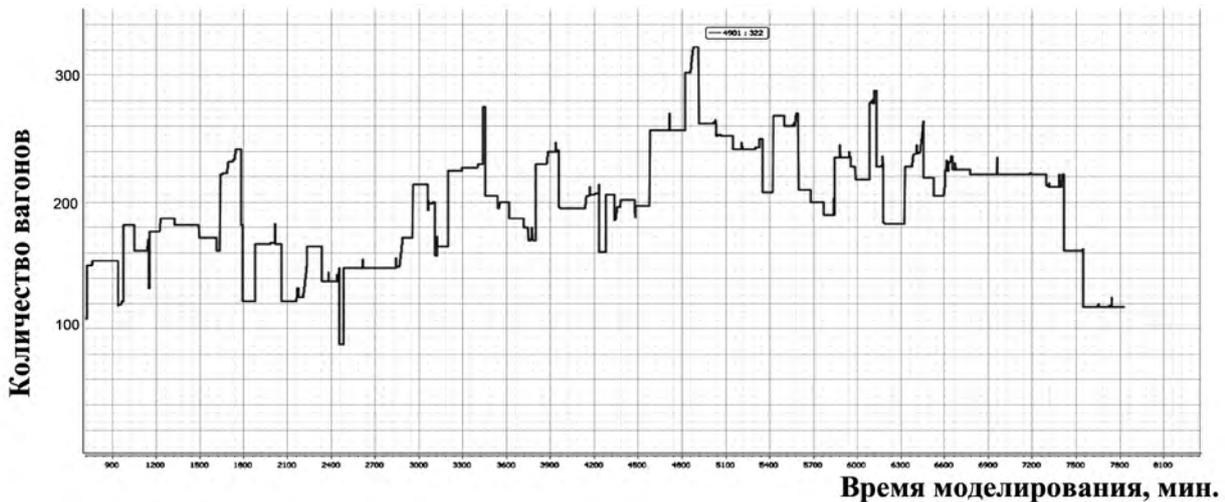


Рис. 2. Графическое представление загруженности сортировочных путей при среднесуточном поступлении четырех поездов на припортовую станцию

Из рис. 2 видно, что станция функционирует в нормальном режиме, максимальный рабочий парк станции составил 320 вагонов к концу третьих суток.

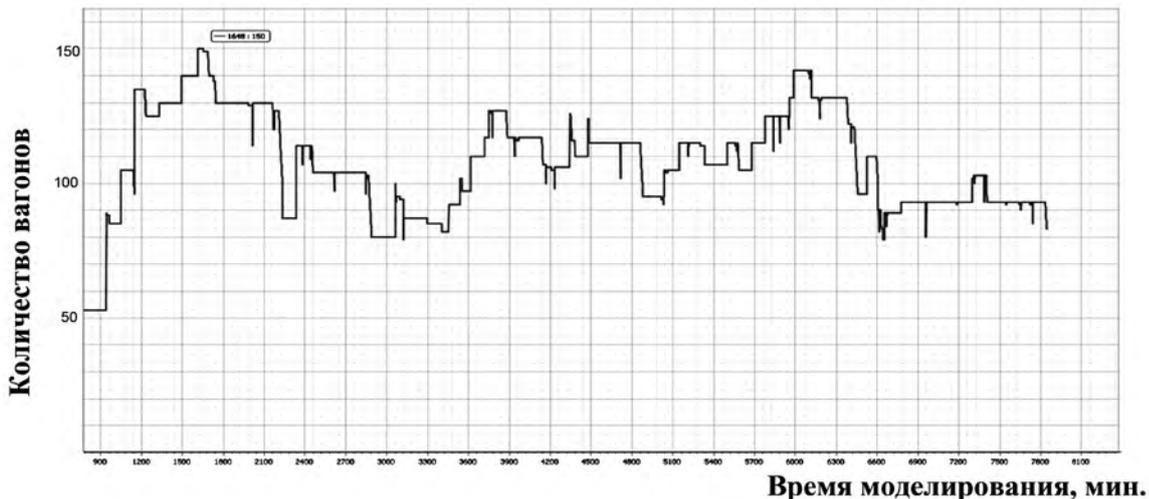


Рис. 3. Графическое представление загруженности путей порта при среднесуточном поступлении четырех поездов на припортовую станцию

Рис. 3 показывает, что пути причалов морского порта загружены практически полностью, порядка 140 – 150 вагонов находятся под грузовыми операциями или в ожидании этих операций.

На основе построенных графиков можно сделать вывод, что у станции есть резерв пропускной способности – при поступлении четырех поездов на станцию в расформирование есть свободные сортировочные пути, есть небольшой резерв путей в порту.

2. Модель работы системы в условиях увеличения прибывающего вагонопотока: на станцию Владивосток каждые сутки прибывает шесть поездов.

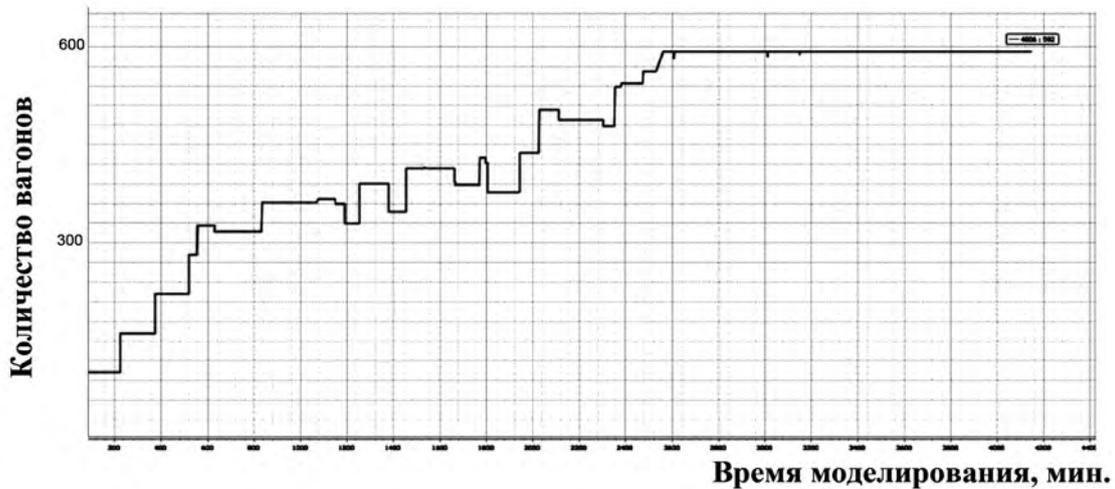


Рис. 4. Графическое представление загруженности сортировочных путей при суточном поступлении шести поездов на припортовую станцию

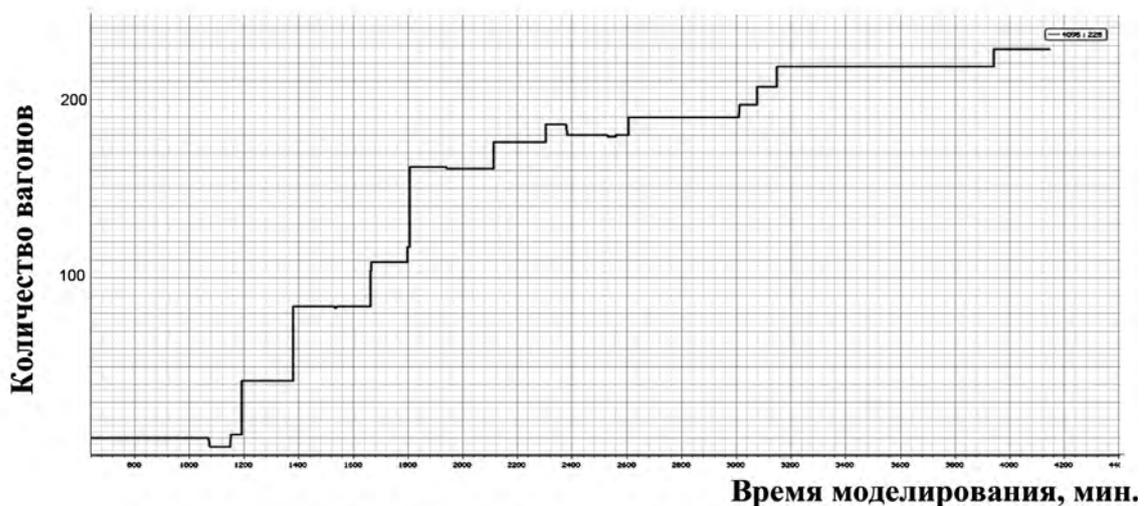


Рис. 5. Графическое представление загруженности путей порта при суточном поступлении шести поездов на припортовую станцию

Из рис. 4–5 видно, что станция Владивосток и морской порт не справляются с поступающим вагонопотоком, рабочий парк станции достиг 600 вагонов, станция не может функционировать в нормальном режиме. При поступлении шести поездов в сутки, с учетом времени нахождения вагонов на сортировочных путях в ожидании подачи на пути порта и под грузовыми операциями, система «станция – порт» будет парализована уже на третьи сутки [8].

Разработанная имитационная модель системы «железнодорожная станция – морской порт» может быть использована для рационализации работы существующих транспортных узлов.

**Выводы.** Функционирование транспортного узла является сложнейшим процессом, описать который без имитационного моделирования практически невозможно [9]. С помощью разработанной имитационной модели системы «железнодорожная станция – морской порт» можно

увидеть «узкие места» в работе припортовой станции по обслуживанию морского порта, а также установить предел вагонопотока, который сможет принять станция.

Из смоделированных графиков видно, что припортовая станция Владивосток в условиях увеличения количества поездов с четырех в настоящее время до шести в перспективе, при существующей технологии работы и времени на выполнение технологических и грузовых операций, не сможет функционировать в нормальном режиме и обслуживать причалы морского порта своевременно. Поэтому необходимо создать тыловой терминал «сухой порт» для обслуживания транспортного узла [10]. Терминал «сухой порт» будет являться альтернативой расширения морского порта и позволит увеличить пропускную способность системы «станция – порт». В этом случае вагонопоток, идущий на припортовую станцию будет замыкаться на станции, обслуживающей «сухой порт», для выполнения различных операций с грузами, а затем этот грузопоток будет поступать на причалы морского порта подобранными группами вагонов под конкретное судно, минуя припортовую станцию транзитом.

В странах Европейского союза, США, Японии и Китае активно ведется строительство терминалов типа «сухой порт», где осуществляется таможенное оформление грузов, накопление судовых партий, сортировка и хранение грузов (контейнеров), оказание услуг клиентам по принципу «одного окна» и т.д. Такого понятия как «брошенные» поезда в припортовых станциях в развитых странах не существует, весь вагонопоток прибывает на тыловой терминал, который имеет достаточную территорию для принятия и складирования всех поступающих грузов.

Определение оптимального транспортного потока для транспортного узла позволит эффективно использовать ресурсы системы «станция – порт» и обеспечить переработку грузопотоков максимального объема. Установление соответствия между мощностью технических устройств припортовой станции и величиной имеющих или спрогнозированных грузопотоков является условием эффективного функционирования системы «железнодорожная станция – морской порт».

### Список литературы

1. Новиков П. А. Имитационный метод динамического согласования (И-МДС) как аппарат оптимизации сложных технологических процессов на транспорте / П. А. Новиков // Транспорт Урала. — 2008. — № 3 (18). — С. 10–12.
2. Козлов П. А. Автоматизированное построение имитационных моделей крупных транспортных объектов / П. А. Козлов, В. Ю. Пермикин, В. С. Колокольников // Транспорт Урала. — 2013. — № 2 (37). — С. 3–6.
3. Глушков С. В. Построение нечеткой нейросетевой модели информационной системы управления транспортно-логистическим процессом / С. В. Глушков, Н. Г. Левченко, Ю. Ю. Почесуева, Е. М. Коньков // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2013. — № 3. — С. 100–112.
4. Король Р. Г. Имитационное моделирование работы припортовой железнодорожной станции с вероятностно-статистическим подходом к изменению параметров поступающего вагонопотока / Р. Г. Король, А. С. Балалаев // Транспорт Урала. — 2014. — № 3 (42). — С. 53–58.
5. Семенов К. М. Планирование обработки грузов в морских портах и терминалах на основе дискретно-событийного имитационного моделирования: дис. ... канд. техн. наук, 05.22.19 / К. М. Семенов; [Место защиты: ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала С. О. Макарова»]. — Калининград, 2014. — 173 с.
6. Кузнецов А. Л. Имитационная модель в порту Тамань / А. Л. Кузнецов, И. М. Русу, М. Н. Горынцев [и др.] // Морские порты. — 2013. — № 7 (118). — С. 34–38.
7. Король Р. Г. Технология функционирования Владивостокского транспортного узла при наличии мультимодального терминала «сухой порт» / Р. Г. Король, А. С. Балалаев // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2014. — № 5 (27). — С. 92–101.

8. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ Король Р. Г. Программа имитационного моделирования работы припортовой железнодорожной станции с вероятностно-статистическим подходом к изменению параметров поступающего вагонопотока / Р. Г. Король, П. В. Даниленко // Федеральная служба по интеллектуальной собственности, 2014. — № 2014613827.

9. Балалаев А. С. Методология транспортно-логистического взаимодействия при мультимодальных перевозках: дис. ... д-ра техн. наук, 05.22.19 / А. С. Балалаев; [Место защиты: ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет путей сообщения»]. — М., 2010. — 280 с.

10. Галин А. В. Сухие порты как часть транспортной инфраструктуры. Направления развития / А. В. Галин // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2014. — № 2 (24). — С. 87–92.

**УДК 004.054**

**Н. В. Крупенина,**  
канд. техн. наук, доц.;

**Н. Ю. Барышникова,**  
асп.;

**А. Н. Тындыкарь,**  
асп.

**ОРГАНИЗАЦИЯ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ СИСТЕМЫ ПОДГОТОВКИ  
И ПРОВЕДЕНИЯ ЭЛЕКТРОННОГО ТЕСТИРОВАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ  
СООТВЕТСТВИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ  
РАБОТНИКОВ МОРСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ**

**ORGANIZATION OF A DISTRIBUTED SYSTEM BY ELECTRONIC TESTING  
FOR CONFORMITY ASSESSMENT OF PROFESSIONAL COMPETENCIES  
BY EMPLOYEES OF MARITIME SPECIALTIES**

*В статье предложено решение по организации распределенной системы подготовки и проведения электронного тестирования для оценки соответствия профессиональным компетенциям с целью обеспечения профессиональной подготовки, повышения квалификации и переподготовки кадров по морским специальностям. Основной задачей программного комплекса является поддержка и использование метода управления персоналом по компетенциям, что значительно повышает оперативность и достоверность определения навыков работника или кандидата на соответствующую должность. Для объективной и независимой характеристики результатов прохождения теста разработан и внедрен алгоритм расчета оценки знаний и их соответствия требованиям профилей компетенций персонала в области морских специальностей. Главной задачей данного механизма является: определение фактического уровня развития умений работника или кандидата на должность и его сравнение с требуемым уровнем. Представленный в статье программный комплекс впервые предполагает обеспечить комплексное решение задач в области организации подготовки морских специалистов для всех направлений производственной деятельности.*

*The article suggested a decision by organization of a distributed system of electronic testing for conformity assessment of professional competencies in order to provide training, further training and retraining of personnel for maritime professions. The main task of software system is the support and the using of the personnel management competency, which greatly improves the efficiency and accuracy of allegiance to determine the skills of an employee or a candidate for the post. For an objective and independent test results to specifications developed and implemented the algorithm of calculation of estimation of knowledges and their compliance with the requirements of staff competencies profile in marine specialties. The main task of this mechanism is defemition of the actual level of development of the skills of the employee or candidate and compares it to the required level. The software for*