

## Особенности разработки приложения для расчета и формирования карго-плана

*Н.А. Москат, Е.А. Алексеенко*

*Ростовский государственный университет путей сообщения*

**Аннотация:** Описан алгоритм формирования и расчета карго-плана для парома Анненков. На основе данных автоматизированной системы управления работой станции Кавказ Северо-Кавказкой железной дороги разрабатывается программное приложение, позволяющее автоматизировать процесс составления грузового плана. Предлагается модернизация существующего процесса сортировок в процессе следования состава в грузовой порт.

**Ключевые слова:** карго-план, паром Анненков, порт Кавказ, алгоритм формирования плетей вагонов, мобильное приложение, характеристики парома Анненков, грузовые перевозки, железнодорожно-паромное сообщение.

Текущий этап развития цифровой деятельности зачастую озвучивается аналитиками как результат «четвёртой индустриальной революции». Происходящие в текущий момент бурные процессы, связанные с данным понятием – это прогнозируемые события, связанные с повсеместным внедрением киберфизических систем во все сферы деятельности человека (от производственных, технологических, политических процессов до типично бытовых). Наступление четвёртой индустриальной революции оправдано как экономической целесообразностью, так и соблазном улучшения качества жизни.

В связи с повсеместным развитием процессов информатизации, повышается значимость концептуального проектирования изменений в бизнесе и технологиях, применительно к каждой отдельной компании, отождествляющей себя с частью единой цифровой экономики [1].

«Новая цифровая платформа, которая определит лицо бизнеса в ближайшие годы, будет базироваться на сквозном контроле бизнес-процессов, интернете вещей, аналитике больших данных, облачных

вычислениях, а также мобильных технологиях и социальных медиа» (International Data Corporation (IDC), 2014).

В целях повышения эффективности реализации инвестиционной программы в 2019 - 2025 годах планируется внедрение современных инновационных технологий. По мнению разработчиков программы, реализация мероприятий развития информационных технологий обеспечит цифровую трансформацию холдинга и укрепит позицию РЖД как отраслевого технологического лидера в использовании информационных систем [2], цифровых технологий и инновационных решений, а также даст возможность компании стать партнером государства в вопросах построения цифровой экономики, модификации и развития цифровых технологий и соответствующей нормативной базы транспортной отрасли России.

Российские железные дороги взаимодействуют (РЖД) с множеством дочерних компаний, которые в свою очередь помогают поддерживать экономику компании на должном уровне. Так же дочерние компании принимают участие в перевозке груза. Грузовые перевозки являются главным звеном РЖД, которое дает развитие и прибыль компании [3]. При взаимодействии с компанией Акционерного Общества (АО) «РЖД Логистика» Общество с ограниченной ответственностью (ООО) «БЛЭКСИА ФЕРРИ И ИНВЕСТИЦИИ» (БФИ) осуществляет международные и каботажные перевозки грузов в железнодорожно-паромных сообщениях в бассейнах Балтийского и Черного морей. БФИ является оператором нескольких железнодорожно-паромных линий, которые также включают линию «Кавказ – Керчь».

Несомненно, все большее значение на данном этапе развития транспортной системы России приобретает такой вид смешанных перевозок как железнодорожно-паромное сообщение. Паромное сообщение уже давно активно используется в России и за пределами страны. Паромные перевозки

---

обеспечивают экономичность и своевременную доставку грузов по сравнению с другими видами морского транспорта. При железнодорожно-паромных перевозках снижается себестоимость перевалки грузов и повышается их сохранность. Значительно повышается скорость обработки судов в портах. Пропускные способности одного паромного причала равны двенадцати сухогрузным причалам.

Железнодорожные паромные переправы создаются там, где нет возможности переправить груз через водоем посредством железнодорожного моста или туннеля. Либо процесс перевозки ведет к увеличению расстояния, что увеличивает время. Паромное сообщение связывает материки с островами или полуостровными регионами. Также железнодорожные паромные переправы помогают экономить время, связывая напрямую международные порты в обход третьих стран, помогают избежать таможенных издержек.

Порт Кавказ был открыт в 1953 году, и предназначен для осуществления смешанных железнодорожных перевозок. Порт Кавказ является международным портом, имеет один пирс (пирс №6) и два причала №5 и №6, к каждому причалу ведет пара железнодорожных путей. С причала №6 осуществляется перевозки в железнодорожно-паромных направлениях: Кавказ – Поти, Кавказ – Варна, Кавказ – Самсун, Кавказ – Керчь, Кавказ – Крым. С причала №5 осуществляется перевозки в железнодорожно-паромном сообщении Кавказ – Крым (паромные суда «Анненков», «Петровск»). Для наглядности порт Кавказ с причалами №5,6 представлен на рис.1.



Рис. 1. – Порт Кавказ

В процесс разработки программного приложения учитывается паромная линия «Кавказ – Керчь». Процесс формирования карго-плана осуществляется на основе данных для парома «Анненков».

В текущий момент времени распространено мнение, что с постройкой и запуском в эксплуатацию крымского железнодорожного моста в декабре 2019 года переправа потеряет свою актуальность [4]. Однако это не соответствует действительности, так как порт Кавказ связывает паромной переправой не только Крым, но и множество международных портов, таких стран как Грузия, Турция, Болгария [5].

Cargo plan – грузовой план. Грузовой план составляется при необходимости логистических перевозок большого груза. Карго – план является самым важным документом для железнодорожно-паромных перевозок, с графическим изображением судна. В карго – плане описывается распределение грузов на судне в грузовых помещениях парома на данный рейс для перевозки железнодорожного груза. Карго – план судна составляется на основе данных об оптимальном размещении груза с учетом характеристики судна и груза. Грузы на судне должны располагаться строго по весу, пропорционально объёму отдельных грузовых помещений. Только в

этом случае прочность судна будет сохранена. Для выполнения данных требований необходимо обеспечить:

- заданную остойчивость, дифферент и прочность;
- наиболее рациональное использование грузовместимости и грузоподъемности судна;
- своевременную погрузку и выгрузку груза;
- безопасный ход судна;
- доставку груза в целостности и сохранности;
- соблюдение очередности погрузки груза;
- соблюдение техники безопасности, норм охраны труда экипажа судна и работников порта.

Помимо учета не только технических и организационных требований, существует необходимость достижения наиболее высокой экономической эффективности работоспособности судна. Главный недостаток железнодорожно-паромного сообщения заключается в том, что при перевозке грузенного подвижного состава грузоподъемность парома используется не полностью. При загрузке палубы любого судна, следует обращать внимание, что прочность палубы в концевых частях судна больше, чем в его середине. Палуба имеет большую прочность у бортов и переборок, чем в средней части. Карго – план вступает в силу после подтверждения правильности документа капитаном судна.

Для составления карго - плана необходимо иметь точную информацию об условиях навигации, данные о судне и грузе. Составленный карго – план может быть принят к использованию только тогда, когда он обеспечивает безопасный ход судна и сохранность груза, т.е. судно имеет допустимый крен, достаточную остойчивость продольную прочность и дифферент.

---

Остойчивость – способность судна, отклоненного внешним моментом от положения равновесия, вернуться в исходное положение после устранения момента, вызывавшего отклонение. Обеспечивается оптимальным распределением весовых нагрузок по длине, ширине и высоте судна. Также стоит учитывать плотность воды, которая зависит от солености и температуры, из-за этого изменяется осадка судна [6].

К необходимой информации о грузе относятся:

- осевая нагрузка вагона;
- высота от уровня головки рельса;
- длина вагона;
- вес нетто;
- вес брутто;
- тип груза.

Железнодорожные вагоны, перевозка которых осуществляется через паромную переправу, должны иметь осевую нагрузку не более 23,5 тонн и габарит не более 1 – ВМ.

Габаритные размеры грузов, принимаемых к перевозке на пароме:

- максимальная высота от уровня головки рельса – 4700 мм;
- максимальная ширина – 3270 мм;
- максимальная длина – 21 м;
- максимальным вес брутто тары вагона с грузом – 94 тонны.

Основные характеристики парома Анненков:

- высота до верхней палубы 6,25 метра;
- осадка судна 3,4 метра;
- тоннаж судна 3083 тонны;
- вместимость 24 вагона;
- линейные метры под груз 325 метра;



- дедвейт 3170 тонн;
- длина наибольшая 110,5 метра;
- скорость судна 9 узлов;
- ширина габаритная 16,4 метра;
- высота борта до главной палубы 4,0 метра.

Изображение парома Анненков представлено на рис. 2.

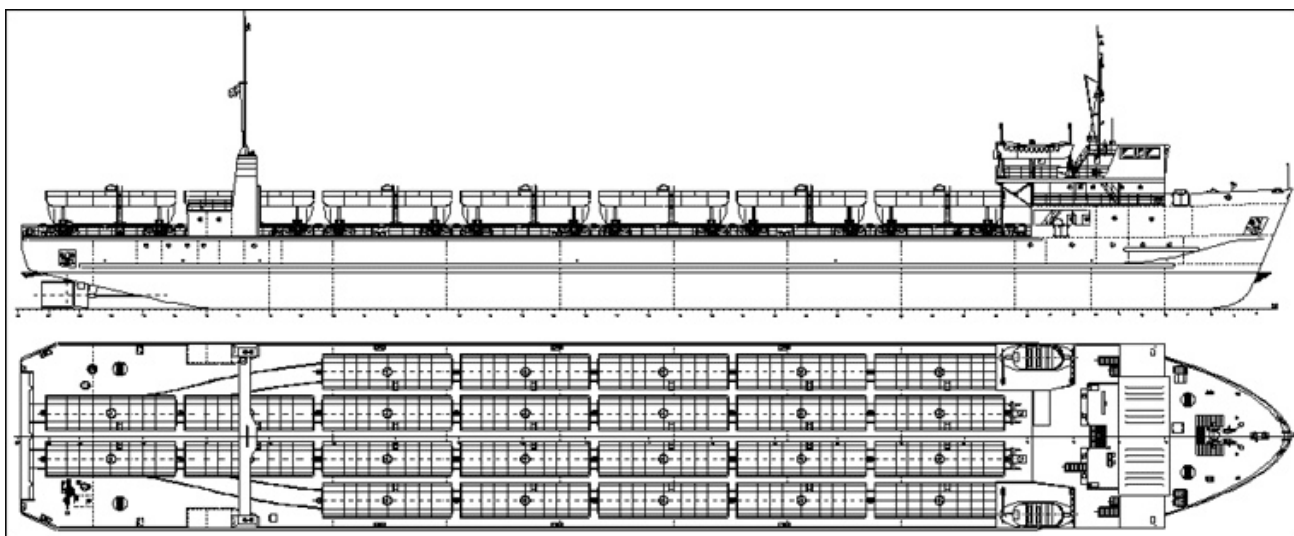


Рис. 2. – Паром Анненков

Разрабатывая карго-план, важно знать технологию наката вагонов на палубу парома. Работа комплекса паромной переправы напрямую зависит от типа парома. Одним из главных отличий паромных судов является количество палуб для размещения вагонов и, следовательно, количество путей, лежащих на каждой палубе. Паромные суда бывают однопалубные, двухпалубные и трехпалубные, с 3-4 и 5 путями на каждой палубе соответственно, вместимость 24, 104 и 108 вагонов.

В разрабатываемом программном средстве рассматривается однопалубное судно вместимостью 24 вагона. На данном судне количество путей равно четырем. Опираясь на указанные данные, на предпаромной сортировочной станции подбирают плети (группы) вагонов на каждый путь парома по заданному заранее карго – плану, т.е. каждый вагон в плети

должен заранее иметь свое место на путях палубы по типу груза и массе брутто. После окончания формирования плетей вагонов их выставляют в выставочный парк, где они ожидают дальнейшего наката на судно [7].

Накат вагонов на судно осуществляется следующим образом. Одновременно двумя локомотива по двум параллельным путям, начиная с крайних, накатывают по одной плети вагону на палубу. И так до тех пор, пока не заполнят два крайних пути. Далее идет накат вагонов на средние пути. Так же одновременно двумя локомотивами идет накат надвое средних путей, параллельных друг другу.

Желательно, чтобы тип вагонов и его вес брутто на параллельных путях друг другу были одинаковые для лучшей устойчивости судна на воде.

Грузовой план парома определяет размещение вагонов по палубам, а также место каждого вагона в плетях, формируемых в выставочном парке станции, и последовательность их подачи на паром [8]. Грузовой план составляется на основе данных отправляемых в приложение диспетчером станции. Получив данные, приложение рассчитывает и выводит на экран грузовой план, который диспетчер комплекса передает станционному диспетчеру для дальнейших маневровых работ по формированию плетей вагонов. Приложение призвано облегчить работу диспетчера в расчете карго-плана и избежать ошибок в его формировании. Также внедрением приложения решаются существующие на данный момент проблемы задержки подачи вагонов на паром станции Кавказ и как следствие сбой в ритмичной работе паромного комплекса.

На сегодняшний день маневровые работы по сортировке плетей вагонов с учетом заданного карго-плана происходят непосредственно перед погрузкой на судно в порту Кавказ. При внедрении приложения по расчету электронного карго-плана на производство уменьшится простой вагонов, и увеличатся объемы перевозки груза. Предлагается иной способ сортировки

---



плетей, который увеличит производительность паромной станции в несколько раз и уменьшит количество маневровых работы на предпаромной станции. В данный момент времени грузовой состав поезда формируется на станции Краснодар – сортировочный. Далее состав направляется на станцию разъезд 9 километр, где часть груза идет на порт Новороссийск или в порт Кавказ. Идея нововведения заключается в том, чтобы собрать данные о вагонах, направляющихся в порт Кавказ, на станции Краснодар – сортировочный. Далее эти данные с помощью Автоматизированной системы управления станциями (АСУ СТ) загрузить в систему где будет происходить сортировка вагонов для оптимального карго-плана. Согласно расчетам, на сегодняшний день запас времени от станции Краснодар – сортировочный до станции разъезд 9 километр составляет 8 часов [9-10]. За указанное время маневровые диспетчера станции 9 километр, основываясь на данных АСУ СТ и составленного карго-плана, формируют плети вагонов и предоставляют документ для дальнейших маневровых работ. Далее прибывший состав поезда на разъезд 9 километр сортируют на основе данных АСУ СТ и цепляют плети вагонов в том порядке, который предписан в карго-плане. По итогу сформированных данных маневровой бригаде на станции порт Кавказ останется только расцепить состав и загрузить поочередно плети вагонов на судно. Указанная технология поможет избежать повторные маневровые работы в выставочном парке порта Кавказ, что существенно сэкономит много времени и уменьшит затраты на обслуживания маневровых работ. Тем самым уменьшается время ожидания и простоя вагонов в несколько раз. Данный метод решения проблемы является самым логичным и оптимальным для внедрения в производство. На рис.3 представлена схема маневровой работы и прохода груза до этапа погрузки на судно.

---

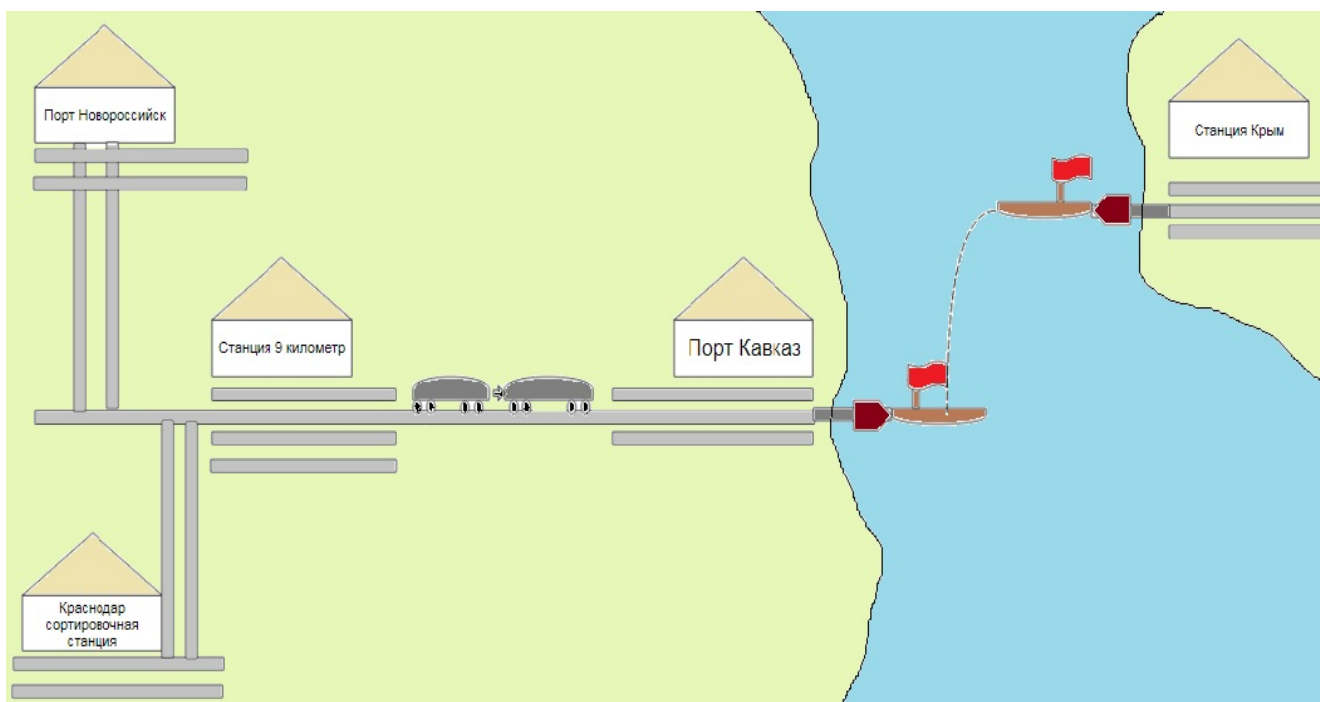


Рис. 3. – Схема прохода груза на участке Краснодар – сортировочный – порт Кавказ

Внедрение информационной системы для расчета карго – плана позволит рассчитать и составить карго–план до прибытия состава в порт Кавказ, что в свою очередь исключит непроизводительные потери простоя маневровых локомотивов в порту Кавказ, а также простоя парома в ожидании судовых партий и избавит от повторных маневровых работ. Система позволит исключить ошибки в создании грузового плана, которые могут привести к поломке судна или потере груза.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проекты 17-07-00620-а, 18-08-00549-а.*

### Литература

1. Концепция реализации комплексного научно-технического проекта «Цифровая железная дорога». Москва, 2017. С. 15-16



2. Москат Н.А., Станкевич Е.А. Показатели качества информационно-вычислительных систем железнодорожного транспорта // Инженерный вестник Дона, 2013, №3 URL:ivdon.ru/magazine/archive/n3y2013/1789.

3. Москат Н.А. Исследование информационных потоков Автоматизированной системы оперативного управления перевозочным процессом железнодорожного транспорта // Труды РГУПС. Ростов н/Д, 2013, №2. С. 56-68.

4. Гусаченко Н.А. Паромная переправа в Крыму: быть или не быть? // РЖД партнер.ру, 2019, №6 URL: rzd-partner.ru/water-transport/comments/paromnaya-pereprava-v-krymu-byt-ili-ne-byt/.

5. The Geography of transport systems //Jean-Paul Rodrigue, 2013, №3 URL: people.hofstra.edu/geotrans/eng/ch7en/conc7en/ch7c1en.html.

6. Мельник В.Н. Эксплуатационные расчеты мореходных характеристик судна. – М.: Транспорт, 1990. С. 125 – 142с.

7. Кособокова Е.Н. Параметры железнодорожных комплексов морских паромных переправ: дис. канд. техн. наук: 17.10.05. Санкт-Петербург, 2005. 24с.

8. Осьминим Л.А, Белозерова И.Г. Совершенствование системы планирования перевозок грузов в смешанном железнодорожно-водном сообщении // Инженерный вестник Дона, 2012, №4 (часть 2) URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p2y2012/1280.

9. Khachaturov T.S. Economic Efficiency of New Technology // The Free Dictionary,1970-1979, №3 URL: encyclopedia2.thefreedictionary.com/Economic+Efficiency+of+New+Technology.

10. Москат Н.А. Вероятностный анализ своевременности предоставления информации в автоматизированных системах управления железнодорожным транспортом // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. Ростов н/Д, 2008, № 4. С. 87-94.

---

## References

1. Konceptsiya realizacii kompleksnogo nauchno-texnicheskogo proekta «Cifrovaya zheleznaya doroga» [The concept of «Digital railway»]. Moscow, 2017. pp. 15-16.
2. Moskat N.A., Stankevich E.A. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2013, №3. URL: [ivdon.ru/magazine/archive/n3y2013/1789](http://ivdon.ru/magazine/archive/n3y2013/1789).
3. Moskat N.A., Trudy RGUPS. Rostov n/D, 2013, №2. pp. 56-68.
4. Paromnaya pereprava v Kry`mu: by`t` ili ne by`t`? [Ferry in the Crimea: to be or not to be?] URL: [rzd-partner.ru/wate-transport/comments/paromnaya-pereprava-v-krymu-byt-ili-ne-byt/](http://rzd-partner.ru/wate-transport/comments/paromnaya-pereprava-v-krymu-byt-ili-ne-byt/) (accessed 09/06/19)
5. The Geography of transport systems //Jean-Paul Rodrigue, 2013, №3. URL: [people.hofstra.edu/geotrans/eng/ch7en/conc7en/ch7c1en.html](http://people.hofstra.edu/geotrans/eng/ch7en/conc7en/ch7c1en.html).
6. Melnik V.N. E`kspluatacionny`e raschety` morexodny`x xarakteristik sudna [Operational calculations of the seaworthy characteristics of the vessel]. Moscow, 1990. pp. 125 – 142.
7. Kosobokova E.N. Parametry` zheleznodorozhny`x kompleksov morskix paromny`x pereprav [Parameters of railway ferry terminals]. Sankt-Peterburg, 2005. 24 p.
8. Osminim L.A., Belozerova I.G. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2012, №4. (part 2) URL: [ivdon.ru/en/magazine/archive/n4p2y2012/1280](http://ivdon.ru/en/magazine/archive/n4p2y2012/1280).
9. Khachaturov T.S. Economic Efficiency of New Technology. The FreeDictionary, 1970-1979, №3 URL: [encyclopedia2.thefreedictionary.com/Economic+Efficiency+of+New+Technolog](http://encyclopedia2.thefreedictionary.com/Economic+Efficiency+of+New+Technolog).
10. Moskat N.A. Vestnik Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putey soobshcheniya. Rostov n/D, 2008, № 4. pp. 87-94.