

НАУЧНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТРАНСПОРТА СИБИРИ И ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

Научный журнал

Учредитель журнала
Сибирский Государственный
Университет Водного Транспорта

Журнал выходит
на русском языке с 2002 года

Периодичность – 4 выпуска в год

Журнал широкой научной тематики:

- Эксплуатация и экономика транспорта
- Путь. Путевое хозяйство
- Судовождение
- Теплоэнергетика
- Электроэнергетика
- Экология
- Транспортное образование

Редакционная коллегия:

Бернацкий Анатолий Филлипович – докт. техн. наук, профессор кафедры Строительного производства Новосибирского государственного университета архитектуры, дизайна и искусств

Гладков Геннадий Леонидович – докт. техн. наук, профессор кафедры Водных путей и водных изысканий Государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова

Бунеев Виктор Михайлович – докт. экон. наук, профессор, заведующий кафедрой Управления работой флота Сибирского государственного университета водного транспорта

Иванова Елена Васильевна – докт. техн. наук, профессор кафедры Электроэнергетических систем и электротехники Сибирского государственного университета водного транспорта

Манусов Вадим Зиновьевич – докт. техн. наук, профессор кафедры Электроэнергетических систем Новосибирского государственного технического университета

Сальников Василий Герасимович – докт. техн. наук, профессор кафедры Электроэнергетических систем и электротехники Сибирского государственного университета водного транспорта

Сичкарев Виктор Иванович – докт. техн. наук, профессор кафедры Судовождения Сибирского государственного университета водного транспорта

NAUCHNYE PROBLEMY TRANSPORTA SIBIRI I DAL'NEGO VOSTOKA

Science Magazine

The founder of the journal
Siberian State University
of Water Transport

The magazine is published
in Russian in 2002

Frequency – 4 issues per year

Science magazine with the headings:

- Transport operation and economics
- Infrastructure of transport routes
- Management and maintenance of means of transport
- Heat power industry
- Electric power industry
- Ecology
- Transport Education

Editorial team:

Anatolii Bernatskii – Doctor of Technical Sciences, Professor at the Department of Construction Industry in Novosibirsk State University of Architecture, Design and Arts

Vitalii Sedykh – Doctor of Technical Sciences, Professor at the Department of Waterways and Water Surveys of Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping

Victor Buneev – Doctor of Economic Sciences, Professor at the Department of Fleet Management in Siberian State University of Water Transport

Elena Ivanova – Doctor of Technical Sciences, Professor at the Department of Electric Power Systems and Electric Engineering in Siberian State University of Water Transport

Vadim Manusov – Doctor of Technical Sciences, Professor at the Department of Electric Power Systems in Novosibirsk State Technical University

Vasilii Sal'nikov – Doctor of Technical Sciences, Professor at the Department of Electric Power Systems and Electric Engineering in Siberian State University of Water Transport

Victor Sichkarev – Doctor of Technical Sciences, Professor at the Department of Navigation in Siberian State University of Water Transport

ABOUT THE JOURNAL

Редакция журнала

Главный редактор

Палагушкин Борис Владимирович,
докт. техн. наук, профессор

Заместители главного редактора:

Бик Юрий Игоревич,
докт. техн. наук, профессор

Барановский Александр Михайлович

докт. техн. наук, профессор

Горелов Сергей Валерьевич,

докт. техн. наук, профессор

Межрегиональный редакционный совет:

Малов Владимир Юрьевич – докт. экон. наук,
профессор Института экономики и организации
промышленного производства СО РАН
(г. Новосибирск)

Черемисин Василий Титович – д-р техн. наук,
профессор Омского государственного
университета путей сообщения (г. Омск)

Худоногов Анатолий Михайлович – докт. техн.
наук, профессор Иркутского государственного
университета путей сообщения (г. Иркутск)

Кича Геннадий Петрович – докт. техн. наук,
профессор Морского государственного
университета имени адмирала
Г.И. Невельского» (г. Владивосток)

The editorial staff

Editor in Chief

Boris Palagushkin
Doctor of Technical Sciences, Prof.

Deputy chief editor:

Yurii Bik
Doctor of Technical Sciences, Prof.

Aleksandr Baranovskii

Doctor of Technical Sciences, Prof.

Sergei Gorelov

Doctor of Technical Sciences, Prof.

Interregional editorial board:

Vladimir Malov – Doctor of Economic Sciences,
Prof. of Institute of Economics and Industrial
Engineering of
SB RAS (Novosibirsk)

Vasilii Cheremisin – Doctor of Technical
Sciences, Prof. of
Omsk State Transport University (Omsk)

Anatolii Hudonogov – Doctor of Technical
Sciences, Prof. of
Irkutsk State Transport University (Irkutsk)

Gennadii Kicha – Doctor of Technical Sciences,
Prof. of Maritime State University named
after admiral G.I.Nevelskoi (Vladivostok)



ВЛИЯНИЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА НА РАЗВИТИЕ ЭКОНОМИКИ СТРАНЫ

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет водного транспорта»

Ю.А. Бердышева, Е.А. Жаркова

THE IMPACT OF RAIL TRANSPORT ON THE DEVELOPMENT OF THE COUNTRY'S ECONOMY

Siberian Transport University (STU) 191, Dusi Koval'chuk St., Novosibirsk, 630049, Russia

Yulia A. Berdysheva (Lecturer of STU)

Elena A. Zharkova (Ph.D. of Economic Sciences, Assoc. Prof. of STU)

ABSTRACT: The article defines the concept of railway transport as the material basis of commodity exchange processes that determine the level of welfare of society. The stages of development of railway transport are considered. On this basis, rail transport is an important condition for the development of a market economy. The importance of the railway for the development of national economies and the world market as a whole is revealed. The main shortcomings of the separate model of railway management in the separation of infrastructure and rolling stock, taking into account certain characteristics. A number of advantages of high-speed highways over other modes of transport are noted. The macroeconomic point of view, which determines the leading role of railway transport in the field of innovation, is given.

Keywords: *railway transport, high-speed highways, social and economic development of the region*

Определено понятие железнодорожного транспорта как материальной основы товарообменных процессов, определяющих уровень благосостояния общества. Рассмотрены этапы развития железнодорожного транспорта. Раскрыто значение железной дороги для развития национальных экономик и мирового рынка в целом. Выявлены основные недостатки раздельной модели управления железными дорогами при разделении инфраструктуры и подвижного состава с учетом определенных характеристик. Отмечен ряд преимуществ высокоскоростных магистралей перед другими видами транспорта. Приведена макроэкономическая точка зрения, которая определяет лидирующую роль железнодорожного транспорта в сфере инноваций.

Железнодорожный транспорт представляется системой, в структуру которой входят производство, экономика и социальная сфера. В идеи железнодорожных перевозок изначально было заложено два момента, которые предопределили значение железных дорог для развития национальных экономик, а в дальнейшем - мирового рынка. Это, во-первых, возможность увеличения грузоподъемности транспортного средства и, соответственно, величины перевозимого груза и, во-вторых, гарантия доставки груза в пункт назначения независимо от погодных условий. В дальнейшем требования и масштабы экономического развития определяли скорость на железной дороге при возрастающей конкуренции с автомобильным транспортом [1].

Транспортная система является совокупностью множества элементов. Сложность их взаимосвязей требует, с одной стороны, разделения функций, с другой - объединения в единый эффективный комплекс, так как по отдельности различные виды транспорта вступают в естественную конкуренцию между собой [3].

При этом необходимо учитывать определенные характеристики системы: относительную самодостаточность (собственную среду функционирования); подвижность частей системы, отсюда повышенные требования к согласованности; возможность иметь единый орган управления для повышения оперативности в принятии решений [5].

Транспорту свойственно создавать возможности для рыночного обмена, а рынку, в свою очередь, стимулировать транспортное развитие. Транспорт оказывает важное воздействие на ситуацию в демографии, рост населения и его более равномерное размещение. Железнодорожный транспорт является важным условием в функционировании и развитии экономики и демографического состояния страны [2].

Преимущество высокоскоростных магистралей перед авиационными перевозками становится заметным, если учитывать все временные затраты, с которыми пассажир вынужден считаться: время на преодоления расстояния до аэропорта время, связанное с регистрацией на рейс, время с прохождением паспортного контроля и контроля безопасности [6].

При учете возросшей мобильности и компетентности пассажиров, увеличивающейся информированности и доступности процессов бронирования с последующей покупкой билетов через интернет, и нарастающей конкуренции со стороны высокоскоростных магистралей старый подход не будет эффективным. Поэтому новую роль для аэропортов станет играть

развитие и выстраивание общей политики с железнодорожным транспортом как скоростным, так и пригородным. Наряду с этим осуществляется стимулирование развития железнодорожного транспорта через государственные инвестиции в инфраструктуру железнодорожного транспорта.

Высокоскоростные магистрали меняют не только представления о путешествии железнодорожным транспортом, но и требования к сервису как в вокзальном пространстве (среде), так и в услугах во время поездки. Задача исследования, соответственно и модель сервиса с технологической точки зрения, усложняются многократно, если мы вслед за интеграционными тенденциями объединяем городской транспорт, пригородный железнодорожный транспорт и высокоскоростные магистрали в единый комплекс транспортных услуг. Тогда площадкой, где все модели сервиса сопряжены, является транспортный хаб, а основная услуга - скорость перемещения, может быть реализована в полном объеме, если будет дополнена соответствующей информационной средой. Именно информационная среда, в которой имеется возможность реализовать все возникающие потребности для организации поездки от информации меняющегося расписания движения до покупки поездки, является элементом, который соответствует «надежности резервирования», но более всего «принципу дополнительности». Без таких вспомогательных элементов основной услуги она существенно теряет свою эффективность.

Основные недостатки отдельной модели управления железными дорогами при разделении инфраструктуры и подвижного состава заключаются в том, что не обеспечивается достаточного улучшения работы и значительного увеличения объемов перевозок; наблюдается рост расходов на операции управления и услуги; увеличиваются государственные субсидии на поддержку общей инфраструктуры и выпадающие нерентабельные, но технологически необходимые звенья структуры; возрастают ошибки при решениях нацеленных на расширение инфраструктуры; поддержание конкуренции во всей структуре железнодорожных перевозок требует дополнительных затрат государства; доходы выделенных подразделений растут не за счет эффективности работы, а обеспечены установлением монополии на услуги.

Оценивая экономические и технологические особенности, в которых работают железнодорожные компании, мы можем отметить, что в некоторых из них маршруты проходят по территориям двух и более субъектов Российской Федерации, где имеется разный уровень жизни, разные показатели внутреннего регионального продукта (ВРП), соответственно, разная доходность бюджетов и параметров регионального заказа на пригородные перевозки. Другой характерной чертой пригородных перевозок является неравномерное распределение маршрутов по дальности и неравномерный пассажиропоток. Существенным моментом, на наш взгляд, в современных представлениях и современных требованиях к услугам пассажирских перевозок, является низкая скорость пригородных поездов, связанная с тем, что компании совместно с поездами дальнего следования и грузовыми составами используют единую железнодорожную инфраструктуру неэффективно. Руководство ОАО «РЖД» и руководство пригородных компаний продолжают рассматривать автомобильный транспорт как главного конкурента, в то время как изменение модели, где автомобильный транспорт находится в кооперации с железнодорожными перевозками, позволило бы увеличить пассажиропотоки на всех видах транспорта, находящихся в интеграционном взаимодействии друг с другом. Характерным для работы пригородных компаний является то, что локомотивные бригады, обслуживающие перевозки, подвижной состав, депо и другие мощности по ремонту принадлежат ОАО «РЖД» [5].

Ускоренному экономическому росту способствовал процесс внедрения инноваций во всех сферах общественной деятельности, в котором железнодорожному транспорту отводится важное значение. При этом железнодорожный транспорт оказывает важное значение в экономическом развитии.

Макроэкономическую точку зрения характеризует положение, основанное на том, что железнодорожный транспорт выступает лидером в сфере инноваций.

Таким образом, необходимое условие для устойчивого экономического развития страны определяется опережающим развитием железнодорожного транспорта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Головачёв А.А. История железнодорожного дела в России. - М.: Издательский дом «Дело» РАНХ и ГС, 2016.
2 История железнодорожного транспорта России. Том 1.

REFERENCES

- 1 Golovachev A.A. History of railway business in Russia. - M.: Publishing house "Delo" RANH and GS, 2016.
2 History of railway transport in Russia. Volume 1. 1836-

1836-1917. СПб. М., 1994.

3 Каплан Р. Система сбалансированных показателей / Р. Каплан Д. Нортон. М.: Бизнес-Олимп, 2002. - С. 12-28.

4 Стратегия развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года.

5 Официальный сайт Министерства транспорта Российской Федерации. URL: <http://www.mintrans.ru/>.

6 Официальный сайт ОАО «РЖД». URL: <http://ozd.rzd.ru>.

1917. SPb. M., 1994.

3 Kaplan R. Balanced Scorecard / R. Kaplan D. Norton. M.: Biznes-Olimp, 2002. - pp. 12-28.

4 Strategy for the development of railway transport in the Russian Federation until 2030.

5 Official website of the Ministry of Transport of the Russian Federation. URL: <http://www.mintrans.ru/>.

6 Official website OJSC «RJD». URL: <http://ozd.rzd.ru>.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

железнодорожный транспорт, высокоскоростные магистрали, социально-экономическое развитие региона

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

*Бердышева Юлия Александровна, преподаватель СГУПС
Жаркова Елена Александровна, канд. экон. наук, доцент СГУПС*

ПОЧТОВЫЙ АДРЕС:

630049, г. Новосибирск, ул. Д. Ковальчук, 191, СГУПС

ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ СИСТЕМЫ НАЗЕМНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ В СИБИРСКОМ ФЕДЕРАЛЬНОМ ОКРУГЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Бийский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»
ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет водного транспорта»

Д.Р. Мамашев, А.В. Зачёсов, Е.Д. Мамашева

ASSESSMENT OF THE CURRENT STATE OF THE SYSTEM OF GROUND TRANSPORT INFRASTRUCTURE IN THE SIBERIAN FEDERAL DISTRICT OF THE RUSSIAN FEDERATION

Biysk Technological Institute (branch) of the Altay State Technical University (BTI AltSTU) 27, Trofimova St., Biysk, 659305, Russia

Siberian State University of Water Transport (SSUWT) 33, Schetinkina St., Novosibirsk, 630099, Russia

Damir R. Mamashhev (Ph.D. of Economic Sciences, Assoc. Prof. of SSUWT)

Aleksandr V. Zachysov (Ph.D. of Engineering Sciences, Assoc. Prof. of SSUWT)

Ekaterina D. Mamasheva (Student of SSUWT)

ABSTRACT: The methodology of transport infrastructure management at the regional level is considered, a method for express diagnostics of the transport infrastructure of the constituent entities of the Russian Federation is proposed, and an analysis of the indicators of the regional transport infrastructure of the constituent entities of the Siberian Federal District is performed.

Keywords: *transport strategy, regional transport infrastructure, diagnostics of the transport system, indicators of the regional transport infrastructure of the Siberian Federal District*

Рассмотрена методология управления транспортной инфраструктурой на региональном уровне, предложена методика экспресс-диагностики транспортной инфраструктуры субъектов РФ, выполнен анализ показателей региональной транспортной инфраструктуры субъектов, входящих в состав Сибирского федерального округа

Транспортная система России, как один из важнейших системообразующих элементов производственно-логистической и социальной инфраструктуры государства, является одной из крупнейших отраслей РФ, обеспечивающей единство экономического пространства, взаимосвязь с мировым сообществом, а также развитие субъектов Российской Федерации.

В соответствии с положениями Транспортной стратегии Российской Федерации на период до 2030 года [1], приобретает высокую актуальность реализация задач научного обеспечения транспортного комплекса, направленных на достижение общеэкономических, общесоциальных и общетранспортных стратегических целевых ориентиров Транспортной стратегии РФ, включая разработку научно обоснованных методик и средств мониторинга уровня развития транспортной инфраструктуры; ее эффективности; доступности и качества транспортных услуг для населения и реального сектора экономики на примере отдельных субъектов РФ.

С целью комплексного освоения и развития территорий Сибири [2] (далее – Сибирский Федеральный округ, СФО), особую важность имеют задачи предоставления транспортной отрасли в полном объеме высококачественных транспортных услуг, обеспечивающих рост валового регионального продукта и высокую удовлетворенность населения. Несмотря на то, что в целом СФО располагает всеми видами транспортной инфраструктуры, размещение и структура транспортных коммуникаций отдельных субъектов нуждаются в совершенствовании в соответствии с современными внутренними и внешними транспортно-экономическими потребностями государства.

Обеспеченность региона эффективно функционирующей транспортной инфраструктурой служит одним из стратегических факторов привлечения бизнеса. Транспортная инфраструктура «не только связывает территории с различным уровнем социально-экономического развития, но и сглаживает некоторые недостатки неудачного и отдаленного географического положения многих городов, экономических центров и ареалов, стимулирует освоение новых ресурсов и территорий, формирует новые и трансформирует старые полюса роста в экономическом пространстве государства» [3].

При этом основными критериями результативности транспортной инфраструктуры выступают динамичное и качественное удовлетворение потребностей материального производства региона, его непроизводственной сферы и населения [4].

При анализе методологии управления транспортной инфраструктурой отдельных субъектов РФ [5,6,7,8,9,10,11,12,13], невозможно оставить незатронутой проблему классификации подходов регионов по взаимодействию с объектом управления. Так, применительно к стратегии управления наземной транспортной инфраструктурой, регионы СФО в различной степени используют следующие методологические подходы:

- 1) *традиционный* – потребляемые ресурсы равномерно распределяются между элементами транспортной инфраструктуры;
- 2) *системный* – потребляемые ресурсы распределяются с учетом значимости каждого конкретного элемента транспортной системы;
- 3) *ситуационный* – ресурсы потребляются в пропорции, определяемой прогнозом ожидаемых результатов их использования;
- 4) *социально-этический* - направлен на снижение рисков утраты здоровья граждан, экологической безопасности и т.д.;
- 5) *стабилизационный* – предназначен для обеспечения заданного состояния транспортной системы, либо предотвращения перехода системы в область аварийного, неуправляемого состояния.

В рамках социально-этического и стабилизационного подходов ресурсы должны распределяться, в первую очередь, в направлении тех элементов транспортной системы, которые ближе всего подошли к области недопустимых, критических состояний. В связи с этим приобретает повышенную актуальность роль федерального и регионального уровней власти в обеспечении устойчивого роста местной экономики на основе приоритетного развития транспортной инфраструктуры (концепция «точек роста»).

Задача определения наилучшего состояния транспортной подсистемы региона и выявления ее взаимосвязей с условиями внешнего окружения имеет на практике наибольшую сложность. Наиболее распространенными и стандартными инструментами, предлагаемыми отечественными и зарубежными авторами для решения указанной задачи, являются методы SWOT-анализа, SNW-анализа и др., однако их практическое применение достаточно трудоемко и требует серьезной предварительной диагностики состояния транспортной инфраструктуры высококвалифицированным специалистом с целью структуризации факторов внешней и внутренней среды.

В связи с высокой зависимостью состояния транспортной системы регионов от регулирующих воздействий надсистемы, для изучения степени эффективности транспортной инфраструктуры субъектов РФ, территориально относящихся к Сибирскому федеральному округу, использована адаптированная методика «квадрата», позволяющая выполнить экспресс-диагностику состояния транспортной подсистемы для оценки общих перспектив выбора направлений управленческой деятельности, на более поздних этапах уточняемых процедур комплексной оценки ее социально-экономического состояния.

Применение методики «квадрата» для экспресс-диагностики транспортной инфраструктуры субъектов РФ заключается в использовании сложного графика в виде квадрата, каждая сторона которого – шкала для конкретного показателя, характеризующего определенные аспекты достижения транспортной инфраструктурой определенной социально-экономической цели. Состояние анализируемого социально-экономического состояния транспортной системы характеризуется точкой, занимающей то или иное положение в поле квадрата в зависимости от значений этих показателей на определенный момент времени. Точка, характеризующая состояние системы, находится на пересечении прямых, соединяющих отложенные на противоположных сторонах квадрата значения показателей. Измерительные шкалы графика ориентированы так, что наиболее благоприятным условиям соответствует правый нижний угол квадрата. В зависимости от выбранных показателей и того, какая величина по-

казателя может считаться оптимальной, площадь графика разбивается на 4 зоны, соответствующие предельно неблагоприятному, неблагоприятному, благоприятному и предельно благоприятным состояниям транспортной инфраструктуры региона.

В связи с тем, что основной целью транспортной инфраструктуры является обеспечение доступности и качества транспортных услуг для базовых отраслей производства и населения конкретной территории в соответствии потребностям региона, для определения текущего уровня транспортной социально-экономической системы региона предлагается использование следующих показателей:

1) Коэффициент насыщенности региона транспортными путями (Π_1):

$$\Pi_1 = \frac{S}{L_{\text{общ}}}, \quad (1)$$

где S – площадь региона;

$L_{\text{общ}}$ – общая протяженность транспортных путей, включая железнодорожные пути, внутренние водные пути, автомобильные дороги общего пользования, муниципальные автодорожные сети.

2) Коэффициент доступности транспортных путей для населения (Π_2):

$$\Pi_2 = \frac{H}{L_{\text{общ}}}, \quad (2)$$

где H – численность населения региона.

3) Отношение валового регионального продукта к протяженности транспортных путей (Π_3):

$$\Pi_3 = \frac{ВРП}{L_{\text{общ}}}, \quad (3)$$

где $ВРП$ – валовый региональный продукт.

4) Отношение объема промышленной отгрузки к протяженности транспортных путей (Π_4):

$$\Pi_4 = \frac{ОП}{L_{\text{общ}}}, \quad (4)$$

где $ОП$ – объем отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами по видам экономической деятельности.

Интервальные значения показателей региональной транспортной инфраструктуры (табл. 1) установлены в результате экспертизы сложившегося уровня объемных и стоимостных характеристик уровня транспортного обслуживания в России.

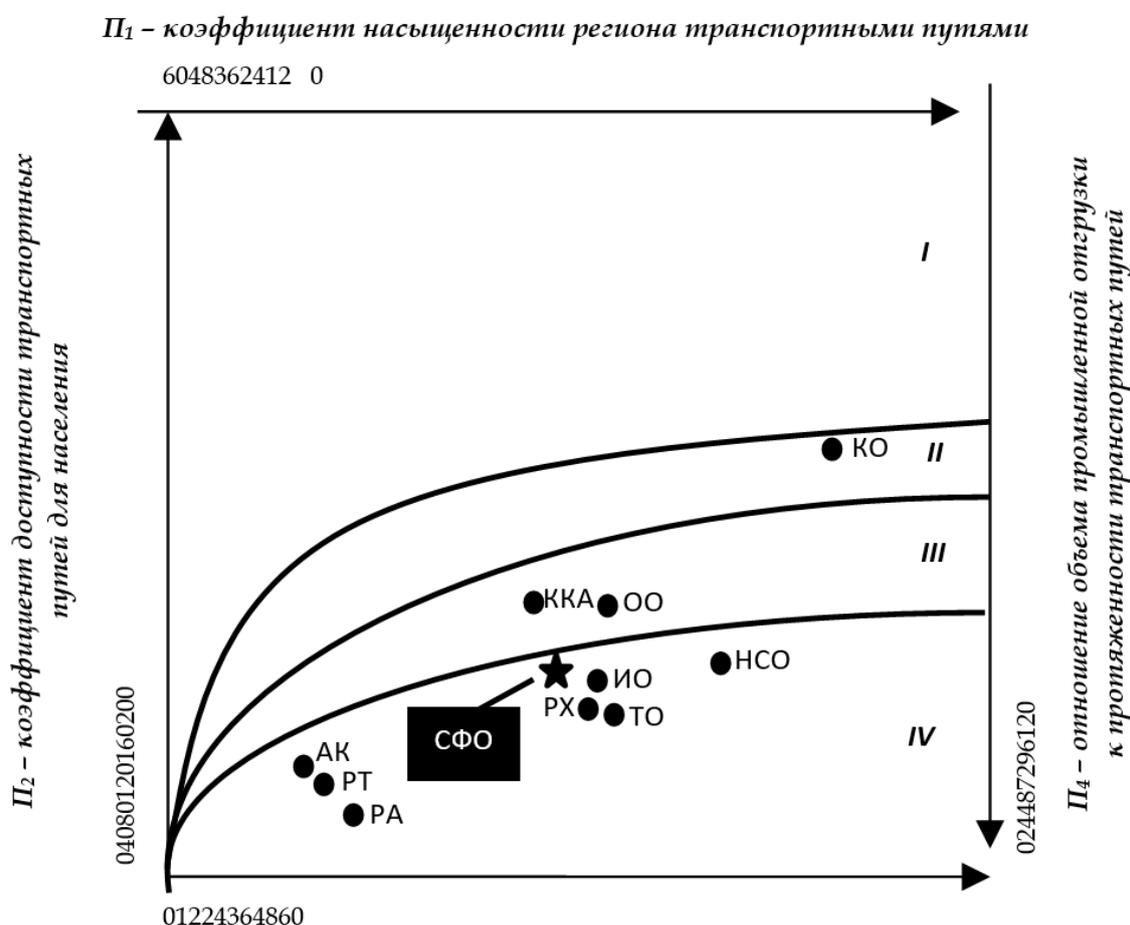
Таблица 1 – Интервальные значения показателей региональной транспортной инфраструктуры

Состояние региональной транспортной инфраструктуры	Показатели			
	Π_1	Π_2	Π_3	Π_4
Предельно благоприятные условия	<3,0	>150,0	>30,0	>60,0
Благоприятные условия	3,0-6,0	90,0-150,0	18,0-30,0	36,0-60,0
Неблагоприятные условия	6,0-12,0	30,0-90,0	6,0-18,0	12,0-36,0
Предельно неблагоприятные условия	>12,0	<30,0	<6,0	<12,0

Результаты расчета показателей региональной транспортной инфраструктуры субъектов РФ, входящих в состав СФО, в 2018 г. на основе статистических сведений Федеральной службы государственной статистики [14] представлены в численном (табл. 2) и визуальном (рис. 1) форматах.

Таблица 2 – Показатели региональной транспортной инфраструктуры субъектов РФ, входящих в состав СФО, 2018 г.

Субъект РФ	П ₁	П ₂	П ₃	П ₄
Республика Алтай	14,5	34,1	7,0	1,7
Алтайский край	3,0	42,2	9,1	6,6
Иркутская область	18,5	57,6	28,5	29,7
Кемеровская область	4,2	119,4	46,8	80,2
Красноярский край	55,7	67,7	44,3	50,5
Новосибирская область	5,9	91,8	37,6	21,6
Омская область	5,4	75,3	24,9	39,4
Томская область	18,9	64,9	30,7	26,9
Республика Тыва	18,4	34,9	6,4	3,5
Республика Хакасия	7,5	65,1	25,2	26,4
СФО	16,8	66,4	27,9	30,7



П₃ – отношение ВРП к протяженности транспортных путей

Условные обозначения:

- РА – Республика Алтай;
- АК – Алтайский край;
- ИО – Иркутская область;
- КО – Кемеровская область;
- КК – Красноярский край;
- НСО – Новосибирская область;
- ОО – Омская область;
- ТО – Томская область;
- РТ – Республика Тыва;
- РХ – Республика Хакасия;
- СФО – Сибирский федеральный округ

- I - предельно благоприятные условия;
- II - благоприятные условия;
- III - неблагоприятные условия;
- IV - предельно неблагоприятные условия.

Рисунок 1 – Показатели региональной транспортной инфраструктуры СФО, 2018 г.

Таким образом, в анализируемом периоде региональная транспортная инфраструктура характеризуется предельно неблагоприятными (большинство субъектов РФ, входящих в состав СФО, а также СФО, в целом) и неблагоприятными (Красноярский край, Омская область) параметрами. Наблюдаемая в Кемеровской области относительно благоприятная ситуация обусловлена высокими показателями отгрузки промышленной продукции предприятиями и организациями региона, преимущественно железнодорожным транспортом.

В связи с этим, с учетом географических особенностей регионов, наиболее перспективными направлениями улучшения показателей региональной транспортной инфраструктуры СФО являются:

- развитие железнодорожной транспортной сети Республики Алтай и Республики Тыва;
- увеличение объемов отгрузки всеми видами наземного транспорта в Алтайском крае, Республике Хакасия, Иркутской, Томской и Новосибирской областях;
- разработка комплекса мероприятий, направленных на обеспечение роста валового регионального продукта субъектов РФ, входящих в состав Сибирского федерального округа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

REFERENCES

1 Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года // Распоряжение Правительства РФ от 22.11.2008 г. №1734-р

2 Стратегия социально-экономического развития Сибири до 2020 года // Распоряжение Правительства РФ от 05.07.2010 г. №1120-р

3 Московец, А.В. Транспортная инфраструктура в воспроизводственной системе проблемных регионов. / А.В. Московец // Вектор науки ТГУ. Серия: Экономика и управление. - 2013. - № 1(12). – С. 19-23

4 Кудрявцев А.М. Методическое обеспечение оценки эффективности развития автотранспортной инфраструктуры региона / Диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук // Тюменский государственный нефтегазовый университет.: Тюмень: - 2015.

5 Об утверждении государственной программы Алтайского края «Развитие транспортной системы Алтайского края» на 2015-2022 годы. // Постановление Администрации Алтайского края от 16.10.2014 г. №479

6 Об утверждении государственной программы Иркутской области «Развитие транспортного комплекса Иркутской области на 2019-2024 годы. // Постановление Правительства Иркутской области от 26.10.2018 г. №768-пп

7 Об утверждении государственной программы Кемеровской области «Оптимизация развития транспорта и связи Кузбасса» на 2014-2021 годы. // Постановление Коллегии Администрации Кемеровской области от 24.09.2013 г. №405

8 Стратегия развития транспортной системы Томской области в 2008-2025 годах. // Распоряжение Администрации Томской области от 12.12.2018 г. №730/1-ра

9 Об утверждении транспортной стратегии Красноярского края до 2030 года. // Приказ Министерства транспорта Красноярского края от 09.01.2018 г. №612-Н

10 Об утверждении Концепции развития транспортной инфраструктуры Новосибирской области. // Распоряжение Администрации Новосибирской области от 17.04.2009 г. №120-ра

11 Стратегия социально-экономического развития Омской области до 2025 года. // Указ Губернатора Омской области от 24.06.2013 г. №93

12 Об утверждении Транспортной стратегии Республики Тыва до 2030 года. // Постановление Правительства Республики Тыва от 28.03.2018 г. №136

13 Об утверждении государственной программы Республики Хакасия «Развитие транспортной системы Республики Хакасия» // Постановление Правительства Республики Хакасия от 01.11.2016 №532

14 Социально-экономическое положение Сибирского федерального округа в 2018 году //М.: Федеральная служба государственной статистики, 2019. - http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistic/publications/catalog/doc_1140086420641

1 Transport strategy of the Russian Federation for the period up to 2030 // Decree of the Government of the Russian Federation dated November 22, 2008 No. 1734-r

2 Strategy for the socio-economic development of Siberia until 2020 // Decree of the Government of the Russian Federation dated July 5, 2010 No. 1120-r

3 Moskovets, A.V. Transport infrastructure in the reproductive system of problem regions. / A.V. Moskovets // Vector of science TSU. Series: Economics and Management. - 2013. - No. 1(12). – pp. 19-23

4 Kudryavtsev A.M. Methodological support for assessing the effectiveness of the development of the motor transport infrastructure of the region / Thesis for the degree of Candidate of Economic Sciences // Tyumen State Oil and Gas University.: Tyumen: - 2015.

5 On approval of the state program of the Altai Territory "Development of the transport system of the Altai Territory" for 2015-2022. // Decree of the Administration of the Altai Territory dated October 16, 2014 No. 479

6 On approval of the state program of the Irkutsk region "Development of the transport complex of the Irkutsk region for 2019-2024. // Decree of the Government of the Irkutsk region dated October 26, 2018 No. 768-pp

7 On approval of the state program of the Kemerovo region "Optimization of the development of transport and communications in Kuzbass" for 2014-2021. // Decree of the Board of the Administration of the Kemerovo Region dated September 24, 2013 No. 405

8 Strategy for the development of the transport system of the Tomsk region in 2008-2025. // Order of the Administration of the Tomsk region dated December 12, 2018 No. 730/1-ra

9 On approval of the transport strategy of the Krasnoyarsk Territory until 2030. // Order of the Ministry of Transport of the Krasnoyarsk Territory dated January 9, 2018 No. 6 / 2-N

10 Approval of the Concept for the Development of the Transport Infrastructure of the Novosibirsk Region. // Order of the Administration of the Novosibirsk Region dated April 17, 2009 No. 120-ra

11 Strategy for socio-economic development of the Omsk region until 2025. // Decree of the Governor of the Omsk region dated June 24, 2013 No. 93

12 On approval of the Transport Strategy of the Republic of Tyva until 2030. // Decree of the Government of the Republic of Tyva dated March 28, 2018 No. 136

13 On approval of the state program of the Republic of Khakassia "Development of the transport system of the Republic of Khakassia" // Decree of the Government of the Republic of Khakassia dated November 1, 2016 No. 532

14 Socio-economic situation of the Siberian Federal District in 2018 // M.: Federal State Statistics Service, 2019. - http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistic/publications/catalog/doc_1140086420641

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

транспортная стратегия, региональная транспортная инфраструктура, диагностика транспортной системы, показатели региональной транспортной инфраструктуры Сибирского федерального округа

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

*Мамашев Дамир Редович, канд. экон. наук, доцент БТИ ФГБОУ ВО «АлтГТУ»
Зачёсов Александр Венедиктович, канд. техн. наук, доцент ФГБОУ ВО «СГУВТ»
Мамашева Екатерина Дамировна, студент ФГБОУ ВО «СГУВТ»*

ПОЧТОВЫЙ АДРЕС: 659305, г. Бийск, ул. Трофимова, 27, БТИ ФГБОУ ВО «АлтГТУ»
630099, г. Новосибирск, ул. Щетинкина, 33, ФГБОУ ВО «СГУВТ»

АНАЛИЗ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ АО «ОСЕТРОВСКИЙ РЕЧНОЙ ПОРТ» ПО ПЕРЕГРУЗОЧНЫМ ПРОЦЕССАМ И ДОСТАВКЕ ГРУЗОВ

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет водного транспорта»

В.П. Носов, М.Г. Хвостикова, В.Н. Попов

ANALYSIS OF THE ACTIVITIES OF OSETROVSKY RIVER PORT JSC ON HANDLING PROCESSES AND CARGO DELIVER
Siberian State University of Water Transport (SSUWT) 33, Schetinkina St., Novosibirsk, 630099, Russia
Vladimir P. Nosov (Ph.D. of Engineering Sciences, Prof. of SSUWT)
Marina G. Khvostikova (Assoc. Prof. of SSUWT)
Viktor N. Popov (Assistant Professor of SSUWT)

ABSTRACT: Osetrovsky River Port JSC is the main river port located on the Lena River and providing important cargo to the north-east of the Russian Federation. It delivers food and goods to the population, provides equipment and transports resources - coal, timber, gold, diamonds.

Keywords: *eastern river port, technology, transportation and transshipment of general cargo*

АО «Осетровский речной порт» – основной речной порт, расположенный на реке Лена и обеспечивающий важными грузами северо-восток Российской Федерации. Он выполняет доставку продуктов и товаров населению, обеспечивает оборудованием и перевозит ресурсы – каменный уголь, лесоматериалы, золото, алмазы.

Акционерное общество «Осетровский речной порт» (АО «ОРП») является крупным транспортным узлом на реке Лена, важнейшим стратегическим объектом водного транспорта на северо-восточной территории Российской Федерации, через который по реке отправляются до 80% грузов в северные районы Иркутской области, республику Саха (Якутия) и в населенные пункты, расположенные на реке Лене и её притоках, а также в прибрежные морские арктические районы от Тикси до Хатанги и Колымы.

Основная часть грузов прибывает в город Усть-Кут (Иркутская область), в АО «Осетровский речной порт», по железной дороге и поступает на железнодорожную станцию Лена (Восточно-Сибирская железная дорога), в Осетровском речном порту накапливается до судовых отправок, а затем перегружается в суда Ленского бассейна для доставки по реке Лена грузополучателям в пунктах их назначения. Также имеются и обратные потоки грузов.

Осетровский речной порт возник в 50-е годы 20-го столетия (до 1958 года это была Осетровская пристань), в связи с бурным освоением и развитием северо-восточных районов России (золото, алмазы, уголь, лес и другие – продукты и материалы для жизнедеятельности проживающего там населения) [1].

В настоящее время АО «Осетровский речной порт» включает в себя Осетровское предприятие «Осетровская судоходная компания» и грузовые причалы Северного и Западного грузовых районов Осетровского речного порта.

Современные перегрузочные мощности Осетровского порта распределены по двум грузовым районам:

– Западный перегрузочный комплекс – специализируется на переработке технических грузов, тяжеловесов до 160 тонн, лесоматериалов и металлолома.

– Северный грузовой район – выполняет перегрузку тарно-штучных грузов, среднетоннажных и крупно-тоннажных контейнеров, сюда прибывают самоходная и несамоходная техника, промышленные товары и продовольствие [1].

Участок деятельности порта от Западного до Северного грузового района приведен на рисунке 1.

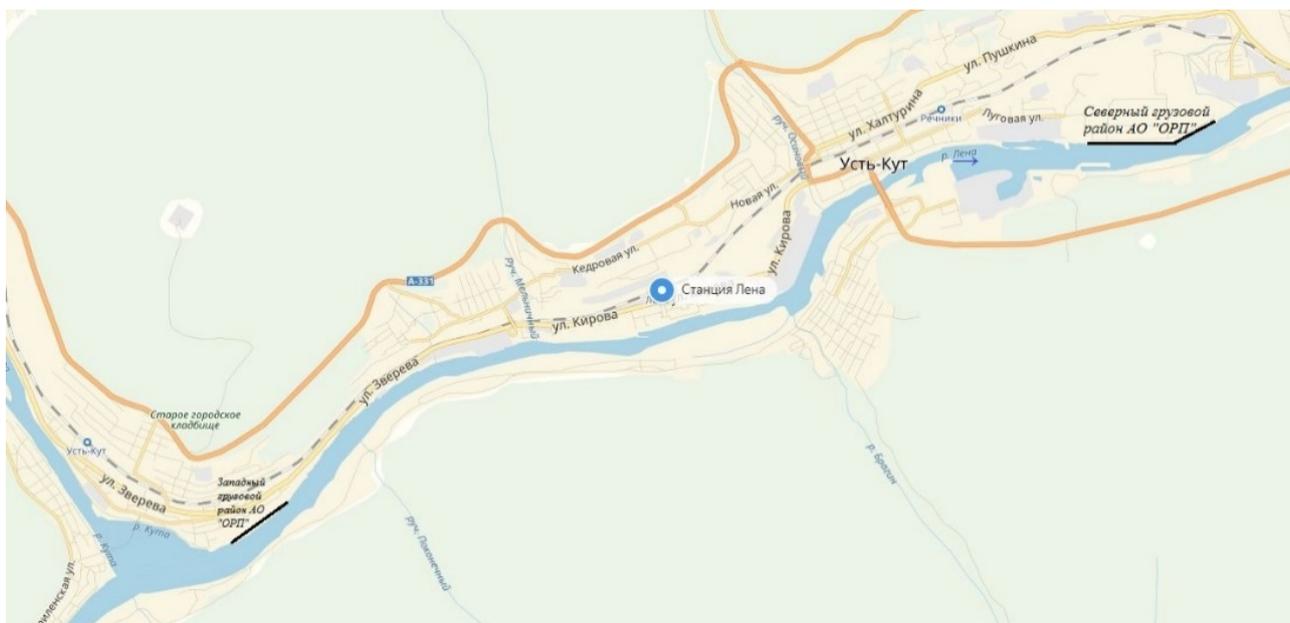


Рисунок 1 – Ситуационный план расположения в АО «Осетровский речной порт» Северного грузового района (вверху – справа) и Западного грузового района (внизу – слева) – подчеркнуты.

Свою основную эксплуатационную деятельность АО «Осетровский речной порт» осуществляет на участке реки Лена протяженностью 1980 км – от города Усть-Кут до пунктов Витим, Пеледуй, Ленск, Якутск и обратно [1].

Современная инфраструктура Осетровского речного порта включает в себя:

- 1844 метров причального фронта;
- развитую сеть внутривортовых железнодорожных путей, сообщаящихся со станцией Лена Восточно-Сибирской железной дороги;
- Осетровский пассажирский речной вокзал в центре города Усть-Кута.

Порт располагает развитым складским хозяйством для навигационного и зимнего накопления грузов:

- 11 крытых складов общей площадью 70,0 тыс. кв. м;
- открытые складские площади – 391,0 тыс. кв. м.

Зимнее накопление грузов речному порту необходимо для некоторого зимнего завоза специализированным автомобильным транспортом и для быстрого завоза их флотом в начальный полноводный период навигации из-за частого обмеления судового хода на верхних участках реки Лена – с июля-августа [3].

Для перевозки грузов Осетровский речной порт обладает собственным флотом, для перевалки грузов – мощной производственной базой в г. Усть-Куте. В парке порта 30 судов - рейдовые, вспомогательные, пассажирские, сухогрузные, в том числе три оборудованных аппарелью состава – для перевозки техники и танкер грузоместимостью 600 тонн. Производственная база включает в себя 39 кранов, в том числе 28 порталных.

Основной внутривортовый бензиновый вилочный автопогрузчик АП-40814 (рисунок 2) грузоподъемностью 5 т предназначен для перегрузочных операций и перемещения пакетированных мешковых, ящичных, бочковых грузов по территории порта, в крытые склады и на оперативные площадки на малых внутривортовых расстояниях – до 300 м [1].



Рисунок 2 – Основной внутрипортовый 5 тонный бензиновый автопогрузчик марки АП-40814

Внутрипортовый дизельный вилочный автопогрузчик TCM FD300-3 (рисунок 3) грузоподъемностью 30,5 тонн предназначен для перегрузочных операций и перемещения большегрузных контейнеров по территории порта на малые расстояния [1].



Рисунок 3 – Внутрипортовый 30,5 тонный контейнерный дизельный автопогрузчик марки TCM FD300-3

В производственной эксплуатационной деятельности администрация АО «Осетровский речной порт» осуществляет круглогодичную свою основную профессиональную деятельность по различным направлениям работы, а именно:

- составляет договоры на доставку грузов;
- организует совместную работу со смежными видами железнодорожного и автомобильного транспорта;
- накапливает грузы на своих крытых складах и открытых площадках;
- доставляет грузы по назначению;
- обеспечивает бесперебойную и качественную работу всей своей материально-технической базы – перегрузочной техники, складского хозяйства, служебно-вспомогательного и транспортного флота;
- приобретает необходимое оборудование и материалы для поддержания работоспособности своего крупного перегрузочного и перевозочного хозяйства в рабочем состоянии;
- осуществляет качественную деятельность всех служб, отделов и устройств по выполнению графиков доставки грузов получателям по правилам и нормам перегрузочных и перевозочных процессов, предусмотренным требованиями кодекса внутреннего водного транспорта [2, 3];
- самостоятельно ведет подготовку докеров-механизаторов, водителей автопогрузчиков, крановщиков и приемосдатчиков для обеспечения непрерывной и круглосуточной эксплуатационной транспортной работы по приему грузов, их перегрузке и учету;
- начисляет провозные платежи за транспортные услуги, за доставку грузов, ведет коммерческие расследования порчи, недостачи или хищений грузов и обеспечивает контроль за своевременным получением всех транспортных платежей, доходов, прибыли от перевозок;
- подводит итоги после завершения навигации, выясняет причины сбоев и нарушений в работе, намечает меры и пути использования существующих резервов по увеличению доходов от выполнения транспортных работ и услуг.

Технология и организация перегрузочных процессов и технология и организация перевозок в АО «Осетровский речной порт» производится современным портовым перегрузочным оборудованием (основное – крановое и вспомогательное – автопогрузчики и контейнеровозы) и современным производительным транспортным флотом (специализированными самоходными и несамоходными судами), обеспечивающими выполнение сроков доставки грузов согласно кодекса внутреннего водного транспорта [2, 3].

Перегрузочная и перевозочная способность АО «Осетровский речной порт» выполняется ежегодно в среднем в пределах 1,5 млн. тонн в городе Усть-Куте и около 150 тыс. тонн в городе Витиме. По реке Лена и по ее притокам порт обеспечивает перевозку и перегрузочные процессы промышленных и продовольственных товаров, оборудования и автотехники, металлов и стройматериалов, крупнотоннажных грузов и контейнеров и прочие грузы.

Ведущим партнером АО «ОРП» является ООО «Речсервис», ориентированным на организацию и оказание транспортно-логистических услуг по доставочным и перегрузочным работам, хранению и отправлению грузов.

Крупнейшими клиентами АО «Осетровский речной порт» являются ОАО «Сургутнефтегаз», ОАО «Роснефть», ОАО ПО «Якутцемент», ООО «Верхне-Ленское речное пароходство», ООО «Иркутская нефтяная компания». С 2015 года к ним добавились предприятия-подрядчики «Газпрома», задействованные во всероссийском и международном проекте «Сила Сибири» (стальные трубы большого диаметра, железобетонные изделия, продовольственно-промышленные товары и др.).

Река Лена, являющаяся главным транспортным водным путем Якутии и связывающая районы региона с федеральной транспортной сетью - условно разделена на три путевых участка, различаемых габаритами и характером течения:

- первый участок – начинается от небольшого озера, расположенного в 12 км от озера Байкал на высоте 1470 м до устья реки Витим - располагается в горном Предбайкалье [1];

- второй - от впадения реки Витим до устья реки Алдан протяженностью 1415 км и расположен на территории Якутии – имеет глубины до 12 метров, широкий судовый ход, множество островов [4];

- третий - от устья реки Алдан с шириной русла до 30 км, глубиной за 20 м - до места впадения Лены в Море Лаптевых с дельтой реки в 150 км [4].

Длительность навигации в районе речного порта и на участках завоза грузов зависит от резко континентального климата и колеблется в пределах 120–150 суток [1, 4].

В связи со слабым развитием дорожной сети вдоль Ленского бассейна, река Лена является практически единственным транспортным путём доставки массовых, жизненно важных продуктов, товаров и прочих грузов по судоходным путям на всем своем протяжении от Осетровского порта и до северных районов.

Более конкретная работа по технологии и организации перегрузочных процессов и технологии доставки грузов, включает [3,4]:

- разработку оптимальной схемы доставки грузов от грузо-производителя до грузополучателя (выбор типа судна, выбор маршрута следования груза, способа транспортировки, точек перевалки с учетом специфики груза, критичности, сроков и экономических параметров);

- организацию приема, перегрузки и хранения грузов, в том числе контейнеров, в городах Усть-Кут (ст. Лена ВСЖД), Ленск, Якутск, поселках Витим и Пеледуй, а также в других пунктах назначения бассейна реки Лена с организацией возврата порожних контейнеров;

- доставку грузов, в том числе в контейнерах, водным и автотранспортом (включая зимний завоз) до склада заказчика при постоянном контроле по количеству и качеству доставляемых: продукции, товаров и материалов;

- транспортно-экспедиционное обслуживание клиентов по приему/отправке грузов и контейнеров с оформлением всей необходимой документации и оплатой перегрузочных и перевозочных транспортных услуг;

- маркетинг, менеджмент и логистическая работа, а также диспетчеризацию прямых и обратных грузопотоков и мониторинг продвижения грузов.

В навигацию 2018 года грузооборот порта составил 1,41 млн тонн, порт завершил перевалку труб большого диаметра 1420 мм для строительства российско-китайского газопровода «Сила Сибири», сократил объемы перегрузки тяжеловесов. Вместе с тем, в этот год возросло количество пакетированных грузов, номенклатура переработки грузов сместилась в сторону объемных, но легковесных грузов (пеноплекс, экстрол, геотекстиль, различные теплоизоляционные материалы). Также в 2018 году порт увеличил перегрузку электрооборудо-

вания, блочных трансформаторных подстанций, промышленной электроники [4].

В 2017 году «Осетровский речной порт» переработал 1,31 млн тонн запланированных грузов.

АО «Осетровский речной порт» в навигацию 2016 года выполнил транспортную работу по грузообороту в размере 1,5 млн. тонн и было выполнено на 27,0% больше достигнутого результата в 2015 году (1181,1 тыс. тонн) [4].

Динамика грузооборота порта за период с 2016 по 2018 года представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Грузооборот порта за 2016-2018 годы

Показатель	Значение показателя по годам, тыс. т			Абсолютный прирост, тыс. т	Темп прироста, %
	2016	2017	2018		
Принято груза	880,2	654,8	733,4	-146,8	-16,67
Отгружено груза	619,8	652,2	678,1	58,3	9,41
Грузооборот	1500,0	1307,0	1411,6	-88,4	-5,90

Анализ динамики грузооборота порта за период с 2016 по 2018 год говорит о некоторой стабильности на протяжении трехлетнего периода работы. Наблюдается незначительное снижение грузооборота (на 5,90%) как по всем грузам на конец 2018 года по отношению к 2016 году, так и по мешковым грузам (на 2,94%) за этот же период.

Суммы доходов и чистой прибыли Осетровского порта за период с 2016 года по 2018 годы, представлена в таблице 2.

За этот период доходы Осетровского порта находится в пределах 1,4 – 1,5 млрд руб. ежегодно. За период с 2016 года по 2018 годы она меняется от 1,44 млрд руб. в 2016 году, до 1,56 в 2017 году и до 1,41 млрд руб. в 2018 году. Чистая прибыль порта составила –148,7: +136,6 и +55,5 млн руб. по годам, соответственно.

Таблица 2 – Динамика доходов и чистой прибыли с 2016 по 2018 года

Показатель	Значение показателя по годам, млн. руб.			Абсолютный прирост, млн. руб.	Темп прироста, %
	2016	2017	2018		
Выручка	1445,8	1561,3	1408,7	-37,1	-2,56
Чистая прибыль (убыток)	-148,7	136,6	55,5	204,3	137,34

Особенностью перевалки грузов в контейнерах с водного транспорта на железнодорожный или автомобильный является то обстоятельство, что любые контейнеры с грузом сдаются портам и принимаются от железной дороги без перевески, по внешнему осмотру состояния контейнеров и пломб грузовладельцев на них.

На речном транспорте используются 20-ти и 30-ти тонные контейнеры, позволяющие значительно облегчить перегрузочные и перевозочные транспортные работы, значительно повысить производительность труда перевозчиков, обеспечить лучшую сохранность грузов при перевозках в прямом смешанном сообщении, а также в несколько раз сократить валовые стояночные затраты с вагонами, автомобилями и транспортным флотом при перегрузочных процессах в начальных и конечных пунктах их обработки.

Водный и сухопутный подвижной состав используется исходя из рода груза, условий его перевозки и физико-химических свойств.

Для перевозки тарно-штучных и мешковых грузов применяются, в основном, суда проекта СК-2000К (рисунок 4) – сухогрузный теплоход-площадка-толкач с грузовым тентом на главной палубе. Данное судно с приставкой, предназначено также и для перевозки как навалочных грузов, так и грузов в контейнерах и толкания барж грузоподъемностью до 3000 т [4].

Проведя данный анализ и исследования, в заключение можно сделать некоторые выводы.

1. АО «Осетровский речной порт» – крупный транспортный узел на реке Лена, важнейший стратегический объект водного транспорта на северо-восточной территории Российской Федерации для выполнения доставки жизненно необходимых грузов в северные районы Иркутской области, республику Саха (Якутия).

2. Основная часть грузов прибывает в город Усть-Кут (Иркутская область), в АО «Осетровский речной порт», по железной дороге и поступает на железнодорожную станцию Лена (Восточно-Сибирская железная дорога), где накапливаются и перегружаются в суда Ленского бассейна для доставки по реке Лена грузополучателям.



Рисунок 4 – Транспортное судно проекта СК-2000К с баржей-приставкой

3. АО «Осетровский речной порт» имеет вполне достаточные (и с большими резервами) производственные мощности и людские ресурсы для выполнения основного своего предназначения – обеспечение приречных населенных пунктов Ленского бассейна товарами и продуктами.

4. В производственной эксплуатационной деятельности администрация АО «Осетровский речной порт» успешно осуществляет круглогодичную основную профессиональную деятельность от заключения договоров на перевозки до выдачи грузов в пунктах их назначения, выполняя согласно кодекса внутреннего водного транспорта, технологическое, организационное, коммерческое, финансовое обеспечение при доставке грузов.

5. АО «Осетровский речной порт» сохранило квалифицированных специалистов водного транспорта, позволяющих успешно выполнять эксплуатационно-экономические показатели в условиях конкурентной среды и часто меняющихся навигационных грузопотоков, успешно привлекает новые грузы.

6. Перевозки грузов АО «Осетровский речной порт» за последние годы изменяются в пределах от 1,3 до 1,5 млн тонн.

Так в навигацию 2018 года грузооборот порта составил 1,41 млн тонн, завершил перевалку труб большого диаметра 1420 мм для строительства газопровода «Сила Сибири», сократил объемы перегрузки тяжеловесов, но увеличил количество пакетированных грузов, легковесных строительных грузов (пеноплекс, экстрол, геотекстиль, различные теплоизоляционные материалы).

7. В 2017 году речной порт переработал 1,31 млн тонн грузов.

8. АО «Осетровский речной порт» в навигацию 2016 года выполнил транспортную работу по грузообороту в размере 1,5 млн. тонн, что на 27,0% больше достигнутого результата в 2015 году (1181,1 тыс. тонн) [5].

9. Благодаря успешной организации транспортно-технологических процессов доставки грузов акционерное общество имеет в целом неплохие финансовые доходы и прибыль.

Так динамика доходов Осетровского порта находится в пределах 1,4 – 1,5 млрд руб. ежегодно. За период с 2016 года по 2018 годы она меняется от 1,44 млрд руб. в 2016 году, до 1,56 в 2017 году и до 1,41 млрд руб. в 2018 году. За эти годы чистая прибыль порта находилась в пределах от минус 148,7 млн руб. в 2016 году, до плюс 136,6 млн руб. в 2017 году и до плюс 55,5 млн руб. соответственно в 2018 году.

10. Существующие экономические показатели позволяют порту решать социальные вопросы: охрану здоровья работников, стационары, здравпункты.

Таким образом, АО «Осетровский речной порт» успешно выполняет технологию и организацию перегрузочных и перевозочных процессов при доставке жизненно важных и производственно-необходимых грузов на северо-востоке Российской Федерации. Это дает возможность стране и речному порту иметь результативную деятельность в выполнении основной эксплуатационной деятельности и в получении прибыли и доходов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 АО «Осетровский речной порт» - [Электронный ресурс]: |

REFERENCES

1 JSC "Osetrovsky River Port" - [Electronic resource]:

<https://www.k-agent.ru/catalog/3818000687-1023802082655> -
12.01.2019.

2 Кодекс внутреннего водного транспорта Российской Федерации от 7 марта 2001 г. N 24-ФЗ. 80 с. Система ГАРАНТ: <http://base.garant.ru/12122218/#ixzz5qykqT7ap>.

3 Носов В.П. Управление работой портов. / В.П. Носов // Учебник для студентов по направлениям подготовки: «Технология транспортных процессов» и «Управление водным транспортом и гидрографическое обеспечение судоходства». - Новосибирск: Изд-во ФГБОУ ВО «Сибирский гос. универ. водн. трансп.». 2016. - 130 с.

4 Отчеты об эксплуатационной деятельности АО «Осетровский речной порт», Усть-Кут. 2016, 2017 и 2018.

<https://www.k-agent.ru/catalog/3818000687-1023802082655> -
12.01.2019.

2 Code of Inland Water Transport of the Russian Federation of March 7, 2001 No 24 fl. 80 p. GARANT system: <http://base.garant.ru/12122218/#ixzz5qykqT7ap>.

3 Nosov V.P. Port management. /V.P. Nosov // Textbook for students in the areas of training: "Technology of transport processes" and "Management of water transport and hydrographic support of navigation." - Novosibirsk: Publishing house of the FGBOU VO "Siberian State University of Water Transp." 2016. - 130 p.

4 Reports on the operational activities of Osetrovsky River Port JSC, Ust-Kut. 2016, 2017 and 2018.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: *восточный речной порт, технология, перевозка и перегрузка генеральных грузов*

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ: *Носов Владимир Павлович, канд. техн. наук, профессор ФГБОУ ВО «СГУВТ»*

Хвостикова Марина Георгиевна, доцент ФГБОУ ВО «СГУВТ»

Попов Виктор Николаевич, ассистент ФГБОУ ВО «СГУВТ»

ПОЧТОВЫЙ АДРЕС: *630099, г. Новосибирск, ул. Щетинкина, 33, ФГБОУ ВО «СГУВТ»*

ОПТИМИЗАЦИЯ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В АО «ТОМСКАЯ СУДОХОДНАЯ КОМПАНИЯ»

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет водного транспорта»

В.П. Носов, А.С. Домнин

OPTIMIZATION OF TRANSPORT AND LOGISTICS ACTIVITIES at JSC «TOMSK SHIPPING COMPANY»

Siberian State University of Water Transport (SSUWT) 33, Schetinkina St., Novosibirsk, 630099, Russia

Vladimir P. Nosov (Ph.D. of Engineering Sciences, Prof. of SSUWT)

Aleksandr S. Domnin (Master's Degree of SSUWT)

ABSTRACT: A general analysis of the transport activities of JSC «Tomsk Shipping Company» for 2014-2018 was carried out. Four main directions for further improvement of the transport and logistics activities of the enterprise are given: decentralization in management, reduction of gross fleet parking, production and sale of own products.

Keywords: *decentralization in management, reduction of fleet stays, company's own products*

Выполнен общий анализ транспортной деятельности АО «Томская судоходная компания» за 2014-2018 годы. Приведены четыре основных направления дальнейшего улучшения транспортно-логистической деятельности предприятия: децентрализация в управлении, сокращение валовых стоянок флота, производство и реализация собственной продукции.

Перед речным транспортом Российской Федерации стоят постоянные ежегодные задачи по увеличению объемов грузовых перевозок и по повышению эффективности производственно-экономической деятельности. Такие же задачи решаются и в АО «Томская судоходная компания».

Акционерное общество «Томская судоходная компания» – одно из успешных предприятий внутреннего водного транспорта Российской Федерации, имеющее высококвалифицированный административно-управленческий и исполнительный персонал, располагающее достаточно высокими транспортно-логистическими (перегрузочными и перевозочными) мощностями для эффективной логистической доставки грузов и для получения наибольшего финансового достатка.

Для администрации АО «ТСК» очень важна оптимизация в организации работы структурных подразделений для обеспечения выполнения необходимых задач. При этом регулярно уделяется её внимание улучшению децентрализацию в работе основных отделов предприятия. Так как децентрализованные подразделения имеют больше самостоятельности, наличие стимулирующих рычагов в своей работе они и могут более эффективно, с минимальными издержками справиться с любой задачей, лучше, чем линейные, где вся ответственность возложена только на одного человека.

АО «Томская судоходная компания» имеет в своём составе две основные группы производственных и вспомогательных отделов, влияющих на конечные результаты компании [1, 2, 3, 4].

Первая группа отделов выполняет основную работу, связанную с перевозочными и перегрузочными процессами, грузопассажирскими перевозками.

К основным отделам первой группы относятся:

- Служба перевозок и движения флота (СП и ДФ);
- Верхне-Томский перегрузочный комплекс (ВТПК);
- Правобережный перегрузочный комплекс (ППК);
- Автотранспортный отдел (АТО).

Вторая группа отделов занимается вспомогательными операциями - операциями комплексного обслуживания флота и работами, направленными на стабильное и бесперебойное регулирование основной деятельности судоходной компании.

Вспомогательные отделы второй группы включают:

- Технический отдел;
- Главного энергетика;
- Отдел техносферной безопасности судоходства;
- Таксирования транспортных услуг;
- Лабораторию качества;
- Финансовый, планово-экономический, бухгалтерия;
- Отдел кадров;
- Юридический отдел, канцелярия и прочие отелы.

Перевозочные и перегрузочные процессы в АО «Томская судоходная компания» осуществляются под регулярным контролем диспетчерского аппарата службы перевозок и движения флота. При этом численность данного персонала компании ежегодное обосновывается и оптимизируется.

Административно-управленческий персонал (АУП) компании достаточно обширный. Из общего числа работников 2018 года количеством в 1180 человек численность АУП насчитывает порядка 170 сотрудников, что несет немалые затраты на заработную плату АУП, на управленческие расходы. В таблице 1 приведено прогнозируемое количество работников АО «Томская судоходная компания» на 2019 год и на ближайшую перспективу до 2022 года с некоторыми сокращениями численности [3, 4].

Таблица 1 – Плановое сокращение численности персонала работников АО «Томская судоходная компания» на 2019 г. и на перспективу до 2022 г.

Персонал компании	Годы работы компании			
	2019	2020	2021	2022
Общая численность, чел.	1180	1145	1102	1060
В том числе АУП, чел.	170	168	164	161

Кроме того, судоходной компании сложно добиваться высоких экономических результатов без постоянного отслеживания перевозочной работы транспортного речного флота, без регулярного увеличения коэффициента использования грузовых судов «в ходу», перевозках грузов как на дальние расстояния (магистральные и малые реки Сибири), так и при внутренних перевозках, а также оптимальной организации работы судов компании «на стоянке» [1, 2].

При этом важно регулярно контролировать соотношение времени ходовых и стояночных операций флота, помимо перегрузочных работ [1, с. 5]. Ведь сокращение валовых норм обработки судов в порту способствует уменьшению длительности круговых рейсов, а значит и потребностей компании во флоте, что сокращает и текущие эксплуатационные расходы. Чем меньше длительность круговых рейсов, тем выгоднее заниматься перевозками судоходным компаниям. Поэтому предприятию важно регулярно стремиться к увеличению удельного веса ходового времени в круговых судовых рейсах – хотя бы до 2/3 от всего навигационного времени.

В настоящее время перед компанией также стоит большая проблема, связанная с необходимостью увеличения грузовых перевозок. Конечно – это относится не только к АО «Томская судоходная компания», но и ко всем остальным речным портам Российской Федерации [3, 4].

Также важно оптимизировать организацию труда в компании, чтобы взаимодействие человека с техникой было с наименьшими затратами времени, с максимальной экономией денежных средств. Так за предыдущие 5 лет данные перевозки из года в год уменьшаются и за указанный период снизились почти на одну треть, таблица 2.

Таблица 2 – Сравнительная динамика грузовых перевозок АО «Томская судоходная компания» и 117 речными портами Российской Федерации в целом за период с 2013 по

2018 годы (в тыс. т и в %)

Годы	Речные порты Российской Федерации		АО «Томская судоходная компания»	
	Перевезено грузов, тыс. т.	Относительно значения к 2013 году, %	Перевезено грузов, тыс. т.	Относительно значения к 2013 году, %
2013	176285,0	100,0	4915,5	100,0
2014	154039,3	87,3	4630,8	94,2
2015	143596,1	81,4	4101,0	83,4
2016	138681,8	78,6	3628,9	73,8
2017	118530,4	67,2	3172,0	64,5
2018	116162,6	65,9	3000,3	61,0

Основные перегрузочные и перевозочные отделы акционерного общества «Томская судоходная компания» ведут регулярную транспортно-логистическую деятельность по совершенствованию своих эксплуатационно-экономических показателей работы. Особенно хочется отметить данную работу по некоторым направлениям.

Одними из факторов повышения экономической эффективности работы АО «Томская судоходная компания» являются, на наш взгляд, следующие четыре основных направления в её деятельности:

1 Дальнейшее совершенствование системы управления транспортным предприятием.

2 Улучшение транспортно-логистического использования собственного транспортного флота.

3 Расширение объемов эффективного производства собственной продукции по фракционированию добываемого своими силами - песка.

4 Расширение объемов эффективного производства собственной продукции по фракционированию щебня.

Остановимся подробнее на этих четырех направлениях работы, которые позволяют иметь судоходной компании дополнительные финансовые средства в сложных сложившихся экономических условиях некоторого сокращения общих объемов перевозок грузов, см. табл. 2.

1 Дальнейшее совершенствование системы управления транспортным предприятием связано с проведением некоторой децентрализации в управлении перегрузочными и перевозочными процессами с оптимизацией кадровой структуры и постепенным сокращением численности рабочего персонала судоходной компании.

Эффективность управления людскими ресурсами на предприятии очень зависит от успешной работы её кадровой структуры. Для АО «Томская судоходная компания» это сводится к продолжению расширения децентрализации некоторых структурных подразделений компании, например - Службы перевозок и движения флота (СП и ДФ) и других основных отделов компании, влияющих на конечные результаты основной деятельности судоходной компании – на экономичность перевозочного процесса.

2 Улучшение транспортно-логистического использования собственного транспортного флота на перевозках грузов в АО «ТСК» сводится и к сокращению валовых норм обработки собственного транспортного флота и к увеличению удельного веса использования флота «в ходу» - в круговых судовых рейсах. В компании ведется такая работа, но её усилия не совсем полны и имеются немалые дополнительные резервы, таблица 3.

В АО «Томская судоходная компания», как у судоходной компании, имеется очень редкое сочетание в использовании транспортного флота и изыскании грузопотоков для перевозок, в выполнении всех портовых операций с флотом с момента прибытия на рейд прибытия до отправления с рейда отправления, а также в доставке грузопотоков собственными силами и средствами до пунктов назначения – потребителям грузов [1, 2].

Таблица 3 – Фактическое сокращение времени стоянок флота АО «Томская судоходная компания» в пунктах доставки грузов за период с 2014 по 2018 гг., в сутках

Регион перевозки	Фактические результаты по годам работы, в сутках				
	2014	2015	2016	2017	2018
Ханты-Мансийский АО	361,2	213,65	191,31	163,17	150,73
Томская область	92,14	46,02	44	32,2	29,3
Новосибирская область	73,17	21,3	14,42	8,65	8,25

Регион перевозки	Фактические результаты по годам работы, в сутках				
	2014	2015	2016	2017	2018
Кемеровская область	87,84	37,2	25,62	19,47	15,42
Итого	614,35	318,17	275,35	223,49	203,7

А это значит, что одной и той же судоходной компанией выполняются все операции – от изыскания грузопотоков, накопления их до судовых отправок в порту – до исполнения круговых рейсов, доставке грузов потребителям, то есть – все три составляющие графиков движения флота, а именно:

1 Плана освоения грузовых перевозок (изыскание грузопотоков).

2 Плана портового обслуживания транспортного флота (прием, накопление, хранение грузов).

3 Плана тягового обслуживания процессов перевозок (доставка грузов флотом компании).

Основные работы по накоплению грузов в порту и доставке их флотом компании потребителям грузов выполняются перевозочными службами судоходной компании – службой перевозок, активно влияющей на эффективное использование транспортного флота, на снижение времени стояночных операций в портах обработки флота.

Известно, что существенное сокращение валовых норм обработки судов позволяет улучшить всю производительность флота в целом, а значит сократить потребность во флоте на перевозках за счет эффективной транспортно-логистической работы, таблица 3, [3].

3 Расширение объемов эффективного производства собственной продукции по фракционированию добываемого своими силами – песка. АО «ТСК» постоянно привлекает новые грузопотоки, модернизирует многочерпаковые снаряды. Она наладила выгодную, с рыночной точки зрения, безальтернативную, вне конкурентную добычу и собственную переработку (фракционирование) песка различной крупности, а так же и реализацию его потребителям – строительным компаниям песка с размерами частиц от 0,5 мм до 3-5 мм, которого не бывает в естественных природных карьерах [2, с. 27].

12 фракций песка – это уникальная продукция АО «Томская судоходная компания», уже как торгового порта. Преимущество продукции собственного производства – в уникальности товара и она производится в компании на собственном оборудовании. Диверсификация рынка осуществляется благодаря особым новшествам, которые не могут предоставить конкуренты.

В этом случае, собственная добыча песка и песчано-гравийной смеси (ПГС), их обогащение и классификация пользуются большим спросом у строительных компаний как Томска, так и у других регионов. Причем объемы таких продаж компанией ежегодно увеличиваются. В эксплуатационных отчетах АО «Томская судоходная компания» имеется отдельная строка, именуемая «оптовая торговля» и есть продажа собственного ПГС и песка [3, 4].

4 Расширение объемов эффективного производства второго вида собственной продукции – фракционированного щебня. 8 фракций щебня размерами фракций от 5 мм до 50 мм – уникальные виды продукции, производимые собственными силами, на своем оборудовании и самими работниками АО «Томская судоходная компания» [3, 4].

Фракционированный щебень эффективно применяется в строительстве, поскольку он пользуется повышенным спросом и гарантирует высокое качество строительных изделий и работ из него.

Вывод. Несмотря на кризис строительного рынка, который возник в 2014 году, АО «ТСК» удается увеличивать и продавать уникальный фракционированный товар – песок и щебень – по выгодным ценам. Конкурентов в этой продукции в Томском и в ближайших регионах – нет!

Надо отметить, что по отчетным данным в структуре чистой прибыли АО «Томская судоходная компания» реализация собственной фракционированной продукции составляет уже более 7,0% и, с учетом резервов в оборудовании и с учетом спроса на нее – объемы можно и нужно увеличивать в 3-5 раз на протяжении 2 – 5 лет.

Таким образом Акционерное общество «Томская судоходная компания» заинтересовано не только в грузовых перевозках. Помимо грузовых перевозок, оно успешно занимается производством собственной продукции – фракционированием песка и щебня, а также осуществляет автомобильные перевозки и сдает в аренду собственное имущество. Это успешно делается в условиях снижения грузовых перевозок в АО «Томская судоходная компания», см. табл. 2.

Продажа собственной продукции помогает компании получать дополнительную прибыль, и тем более это важно в условиях некоторого снижения прибыли от грузовых перевозок. Обширные виды деятельности, большое число транспортных услуг характеризует АО «ТСК» не только как транспортное предприятие, но и как торговое предприятие и как крупный логистический центр Сибири.

На основе имеющихся данных можно сделать и следующие выводы.

1. Из 117 действующих речных портов России, у АО «Томская судоходная компания» показатели производственной деятельности находятся на одном и том же, одинаковом уровне и характеризуют достаточно эффективное использование грузового флота в этих условиях работы.

Общий спад перевозок с 2014 по 2018 годы вызван одними и теми же кризисно-санкционными причинами как для всех портов Российской Федерации в целом, так и для АО «Томская судоходная компания» – примерно на 33,0 %, см. табл. 2.

2. АО «Томская судоходная компания» имеет высококвалифицированных специалистов водного транспорта, высокие эксплуатационно-экономические показатели, наличие соответствующих грузопотоков, модернизацию флота и плавучей механизации [2].

3. Акционерное общество «Томская судоходная компания» является важным транспортно-производственным логистическим предприятием, перевозит ежегодно в пределах трех миллионов тонн местных и транзитных грузов, обеспечивает грузами и материалами несколько административных регионов Сибири, Обь-Иртышского бассейна: Ханты-Мансийский, Томский, Новосибирский и Кемеровский.

Имеет от своей транспортно-логистической деятельности сотни миллионов рублей чистой прибыли, в пределах полутора миллиардов рублей доходов.

4. За период с 2014 по 2018 г. администрация АО «Томская судоходная компания» постоянно сокращает валовые нормы обработки транспортного флота с 614,3 суток в 2014 году до 203,7 суток в 2018 году. Так, например, в 2014 г. простои флота сокращены на величину, эквивалентную почти 3 единицам судов, в 2015 г. – 1,5 ед., в 2016 г. – 1,3 ед., в 2017 г. и 2018 г. – по 1,1–1,2 ед. флота, см. табл. 3.

5. В кризисный период времени, с 2014 года АО «Томская судоходная компания» на собственном оборудовании и собственными силами и на собственном оборудовании производит новые виды строительных материалов: десятки разновидностей фракционированного песка и щебня, выступая торгующей компанией собственной строительной продукцией.

6. Работу АО «ТСК» отличают особенности в административном управлении компанией и в постоянной работе над её децентрализацией, особенности в организации и технологии выполнения перегрузочных и перевозочных процессов при доставке и грузов, и пассажиров, что позволяет коллективу компании иметь эффективную и результативную деятельность в получении достаточно высоких прибыли и доходов.

В целом же, анализ работы с учетом внешних и внутренних экономических факторов дает возможность считать транспортно-хозяйственную деятельность АО «Томская судоходная компания» эффективной.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

REFERENCES

- 1 Носов, В.П. Управление работой портов [Текст]: учебник / В.П. Носов -Новосибирск: Сибир. гос. универ. водн. трансп., 2016. - 130 с.
- 2 Носов, В. П. Исследование эксплуатационно-экономической деятельности служб и отделов АО «Томская судоходная компания» по обработке флота»: статья / В. П. Носов, А. С. Домнин // Сибирский научный вестник №XXII: сб. статей. - Новосибирск, 2018. – 25-30 с.
- 3 Отчеты об эксплуатационной деятельности АО «Томская судоходная компания». -Томск. 2014 - 2018. – 40-46 с.
- 4 Официальный сайт АО «ТСК»: <http://tsc.tomsk.ru/>.

- 1 Nosov, V.P. Port management [Text]: textbook / V.P. Nosov-Novosibirsk: Sibir. State University of Water. Transp., 2016. - 130 p.
- 2 Nosov, V. P. Research on the operational and economic activities of services and departments of JSC "Tomsk Shipping Company" for handling the fleet ": article / V. P. Nosov, A. S. Domnin // Siberian Scientific Bulletin No. XXII: collection articles. - Novosibirsk, 2018. - 25-30 pp.
- 3 Reports on the operational activities of JSC "Tomsk Shipping Company". -Tomsk. 2014 - 2018. - 40-46 pp.
- 4 Official website of JSC «TSK»: <http://tsc.tomsk.ru/>.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: децентрализация в управлении, сокращение стоянок флота, собственная продукция компании
СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ: Носов Владимир Павлович, канд. техн. наук, профессор ФГБОУ ВО «СГУВТ»
 Домнин Александр Сергеевич, магистрант ФГБОУ ВО «СГУВТ»
ПОЧТОВЫЙ АДРЕС: 630099, г. Новосибирск, ул. Щетинкина, 33, ФГБОУ ВО «СГУВТ»

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ФИЛЬТРАЦИИ РАСЧЁТНЫХ ВЫСОТ ВОЛН ПО РАДИОЛОКАЦИОННОМУ ИЗОБРАЖЕНИЮ ВОЛНОВОГО ПОЛЯ

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет водного транспорта»

В.И. Сичкарев, А.С. Нагорный, Р.Д. Русмиленко

APPLICATION OF THE METHOD OF FILTERING THE CALCULATED WAVE HEIGHTS AT THE RADAR PICTURE OF THE WAVE FIELD

Siberian State University of Water Transport (SSUWT) 33, Schetinkina St., Novosibirsk, 630099, Russia

Viktor I. Sichkarev (Holder of an Advanced Doctorate in Engineering Sciences, Prof. of SSUWT)

Aleksandr S. Nagorny (Specialist of SSUWT)

Rustam D. Rusmilenko (Specialist of SSUWT)

ABSTRACT: The method of sequential filtration by three different criteria was applied to the calculated individual wave heights obtained after processing the radar images of the wave field. The results of each filtration reduce the security of the average calculated individual wave heights. It is concluded that the need for further improvement of the calculation of individual waves.

Keywords: *wave field on the screen of the radar, the calculation of wave heights, filter design wave heights*

К полученным после обработки радиолокационных изображений волнового поля расчётным индивидуальным высотам волн применён метод последовательной фильтрации по трём различным критериям. Результаты каждой фильтрации снижают обеспеченность средних расчётных индивидуальных высот волн. Сделан вывод о необходимости дальнейшего совершенствования расчёта индивидуальных волн.

Радиолокация как метод получения характеристики волнения позволяет достаточно просто оценить обобщённые параметры волнения в зоне радиолокационного обзора. В то же время он не даёт информации о характеристиках индивидуальных волн. Иной подход к исследованию волнения радиолокационным методом намечен в работах [1 – 2], позволяющий получать индивидуальные характеристики длин волн по прямым измерениям на радиолокационном изображении волнового поля и высот по косвенным измерениям. Недостаток косвенного метода заключается в том, что вследствие неодинаковости высот измеряемой и предшествующей волн, расчётные высоты некоторых волн оказываются чрезвычайно завышенными. Эту ситуацию можно считать методическим промахом и исключать волны завышенной высоты из обработки. Такой приём легко реализовать при ручной обработке изображения волнового поля. Однако, для автоматизированной обработки нужно искать такие приёмы, которые применимы при формальном подходе. Одним из таких приёмов может быть метод фильтрации расчётных высот на основе величин, получаемых непосредственно из результатов расчёта.

Для отработки метода фильтрации представляет интерес исследование статистических характеристик параметров волнения на примере конкретных имеющихся снимков экрана радиолокатора с изображением волнового поля, рис. 1.

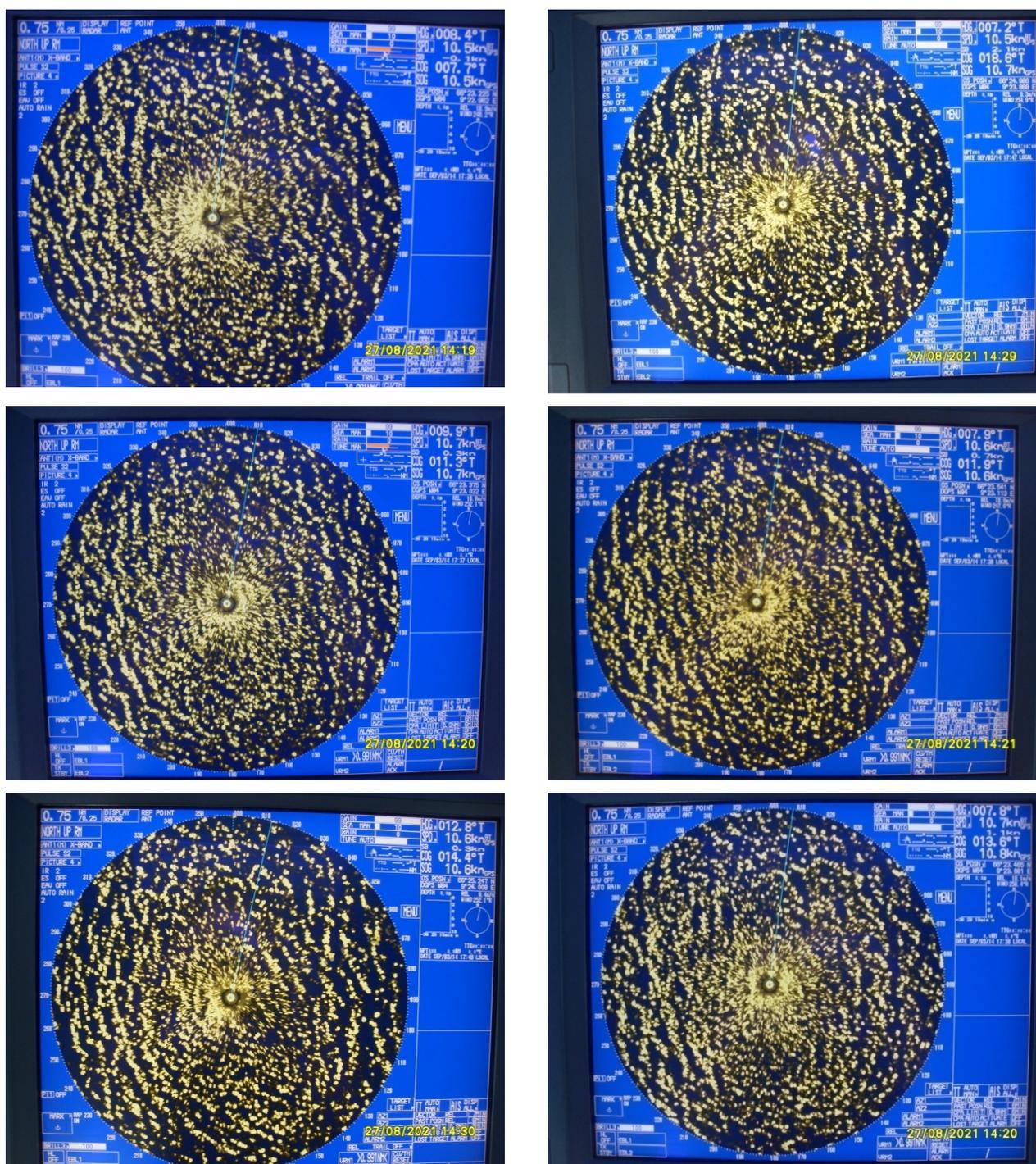


Рисунок 1 – Фотоснимки экрана радиолокатора с изображением волнового поля, снятые Р.Д. Русмиленко с 17.36 по 17.48 судового времени в Норвежском море

Для проведения статистических исследований на снимках выполнены измерения, описанные в [1] и заключающиеся в установлении направления истинного ветра и проведении сетки параллельных истинному ветру линий с шагом, соизмеримым с длиной волны и длиной гребней волн. Вдоль каждой из линий выполняется измерение ширины полосы засветки x , расстояния между соответствующими точками соседних полос засветки b , которое при пересчёте на натурные размеры даёт радиовидимую длину волны λ , а также расстояние D от измеряемой волны до центра развёртки экранного изображения. Из обработки исключаются области вблизи центра развёртки, где изображение индивидуальных волн сливается, а также область, где радиолокационный луч скользит вдоль гребней волн и не отображает рельефную структуру длин волн. Эти области обозначены как зона А.

Обработанные таким образом снимки позволяют получать до нескольких сотен значений индивидуальных длин волн и рассчитать индивидуальные высоты этих же волн по приведённым в [2, 3] формулам:

$$\frac{h}{e} = \frac{2 \left(1 - \frac{x}{\lambda}\right)}{\left(\frac{D}{\lambda} - \frac{x}{\lambda}\right) - \left(\frac{D}{\lambda} - 1\right) \cdot \cos \frac{2\pi x}{\lambda}}, \quad (1)$$

где h – высота волны;

e – высота установки антенны РЛС на судне.

Формула (1) получена для регулярных гармонических волн, когда предшествующий и измеряемый гребни волны, имеющей длину λ , имеют одинаковую высоту h . В действительности высоты всех гребней различны. При этом могут встретиться случаи, когда предшествующая высота больше измеряемой, и наоборот. Принимая в качестве важного допущения, что обе эти ситуации равновероятны, можно ожидать, что среднее значение высот по (1) по всему волновому полю будет отображать реальную статистическую картину волнения.

Однако, в действительности постоянно встречающаяся нерегулярность волнения даёт в некоторых случаях завышенные или заниженные значения высот волн, рассчитанных по (1). Пример таких значений, существенно выделяющихся из общего объёма наблюдений, приведён в [1], рис. 2, где в отдельных случаях встречаются расчётные высоты волн свыше 20 и даже 30 м, что не характерно для волнения со средней высотой волн около 2 м.

Физически обоснованных оснований для фильтрации высот волн немного. Прежде всего следует отметить возможную предельную крутизну волн h / λ : она не может превышать величины $1/7 - 1/10$ из условия сохранения формы волны (при большей крутизне гребень волны обрушивается). Минимальное её значение не нормируется, но при значениях крутизны менее $1/100$ волна для качки судна становится не актуальной. Поэтому фильтр первого уровня – по условию граничной крутизны

$$1/100 < h / \lambda < 1/10. \quad (2)$$

Результат фильтрации-1 исходного ряда обработки снимков по (2) представлен на рис. 3.

Дополнительную фильтрацию-2 можно провести по статистическому правилу «трёх сигм»:

$$h < \bar{h} \pm 3\sigma, \quad (3)$$

где \bar{h} – средняя высота по результатам первой фильтрации, $(\bar{h}) = 3,6777$ м;

$\sigma = 3,86158$ – среднее квадратическое отклонение высот волн по исходным данным после первой фильтрации.

Результат фильтрации-2 представлен на рис. 4.

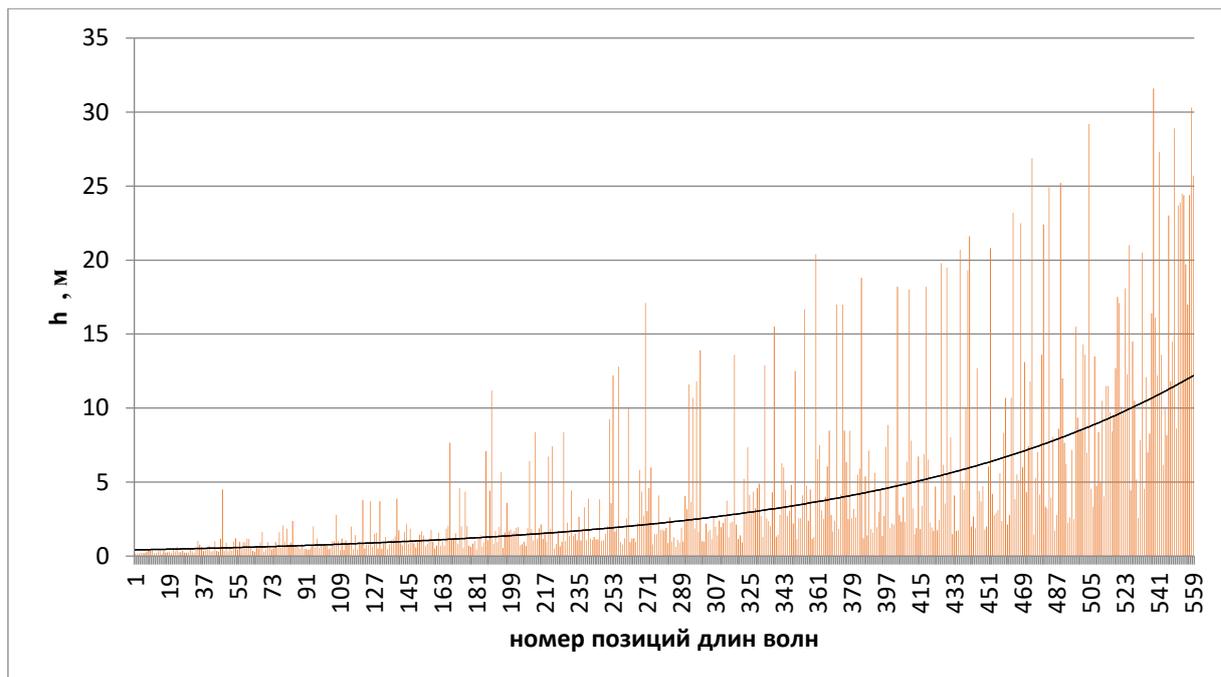


Рисунок 2 – Распределение высот волн при длинах волн от 20 до 400 м; средняя длина волны 109 м; обработка всех снимков

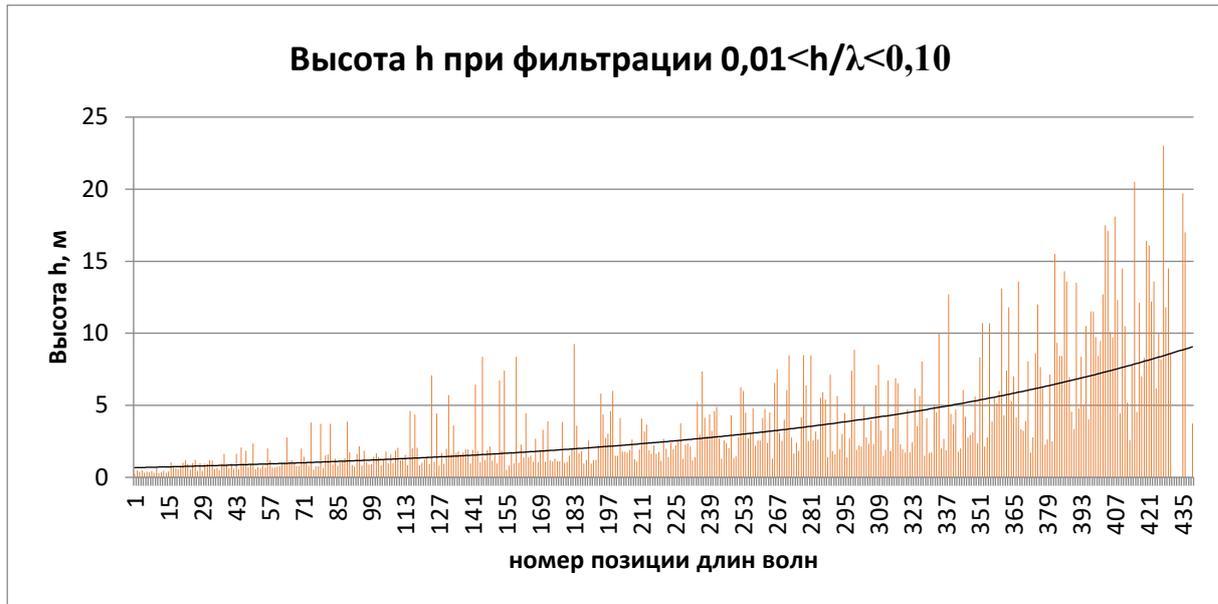


Рисунок 3 – Результат фильтрации-1 расчётных высот волн по критерию крутизны волны

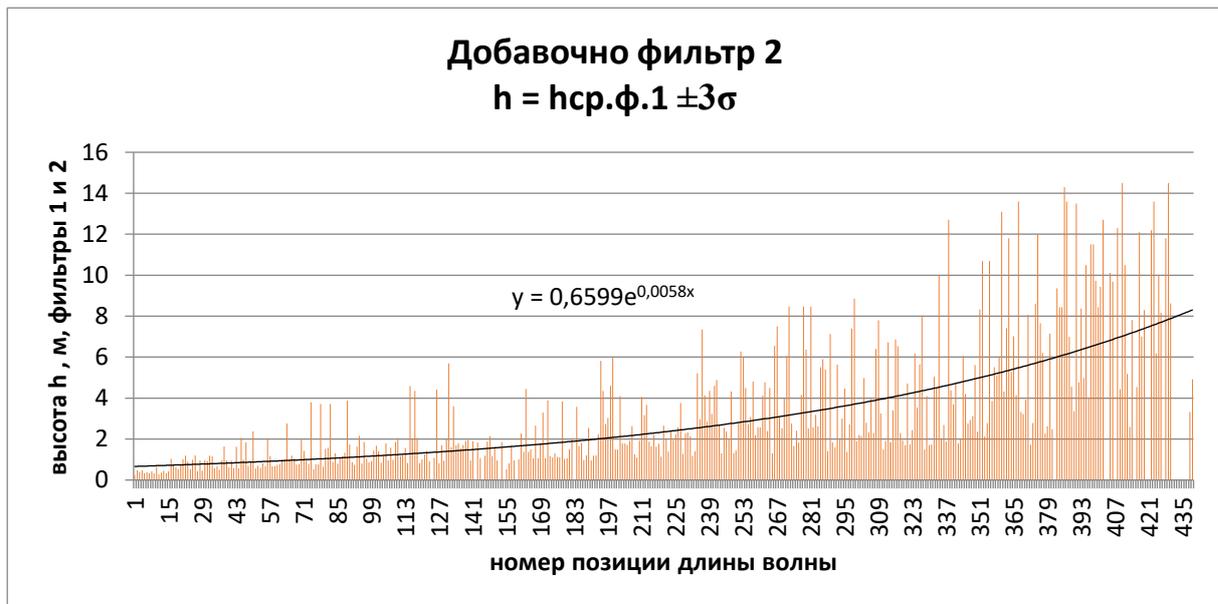


Рисунок 4 – Результат дополнительной фильтрации-2 расчётных высот волн по критерию «трёх сигм»: средняя высота волн $h_{ф2} = 3,32196$ м

Ещё одну фильтрацию – 3 можно провести из условия предельной высоты нерегулярного волнения. Принято считать, что предельные высоты $h_{пр}$ приближаются к значению утроенной средней высоты волн. Тогда

$$h \leq h_{пр} = 3 \cdot h_{ф2}. \quad (4)$$

Результат третьей фильтрации представлен на рис. 5. Среднее значение высоты волн после третьей фильтрации $\bar{h}_{ф3} = 2,782$ м; отношение средней высоты $\bar{h}_{ф3}$ к средней фактической высоте волн $h_{ф} = 2,00$ м зафиксированного на снимках волнения $\bar{h}_{ф3} / h_{ф} = 1,391$; обеспеченность такого волнения

$$F(h) = \exp \left[-\frac{\pi}{4} \left(\frac{h}{\bar{h}} \right)^2 \right] = 21,88\%.$$

Таким образом, результаты фильтрации постепенно приближают осреднённые параметры волнения (предположительно, и параметры индивидуальных волн) к их предполагаемым фактическим средним значениям, табл. 1.

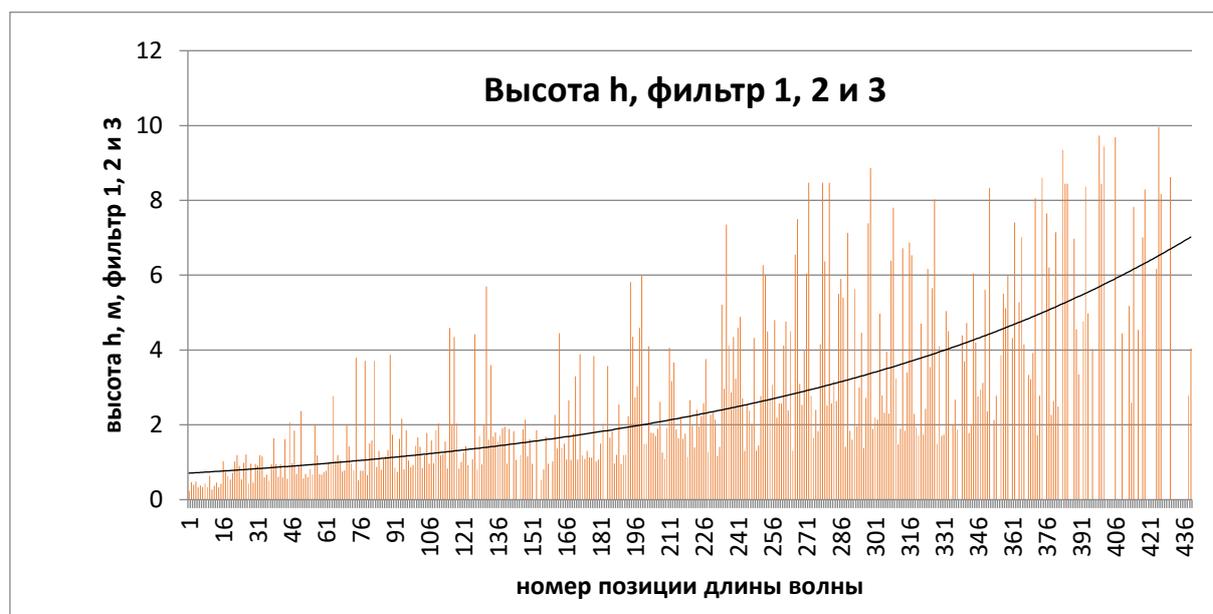


Рисунок 5 – Результат фильтрации-3 расчётных высот волн по критерию предельной высоты волны относительно средней по фильтрации-2: средняя высота волн $h_{ф3} = 2,782$ м

Таблица 1 – Результаты фильтрации расчётных высот волн

Параметр волнения	Исходные данные обработки снимков	Результаты фильтрации			Предполагаемые фактические значения
		I	I и II	I, II и III	
Min λ , м	19,8	21,2	21,2	21,2	
Max λ , м	424	424	424	424	
Средняя λ , м	109,033	113,514	110,697	105,693	109
Min h, м	0,14	0,24	0,24	0,24	
Max h, м	31,6	23	14,5	9,96	6
Средняя высота h, м	4,581	3,678	3,3299	2,782	2,00
Обеспеченность F(h), %	1,62	7,02	11,34	21,88	45,59

Однако, применением метода фильтрации добиться полного соответствия расчётных высот волн наблюдаемому волнению не удаётся, что оставляет актуальной задачу совершенствования расчётного определения индивидуальных высот волн.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Сичкарев В.И. Способ определения высот волн по радиолокационной картине волнового поля / В.И. Сичкарев // Судовождение-2010: сб. науч. трудов. – Новосибирск: НГАВТ, 2010. – С. 3 – 19.
- 2 Сичкарев В.И. Развитие методов получения параметров ветровых волн в судовых условиях / В.И. Сичкарев, К.И. Зинченко // Сб. науч. трудов SWorld. Т.1 Транспорт. – Одесса: Из-во Куприенко С.В., 2012. – С. 64 – 72.
- 3 Сичкарев В.И. Влияние различных факторов на ширину засветки гребня волны в радиолокационном изображении волнового поля / В.И. Сичкарев // Modern scientific researches: International periodic scientific journal. Issue № 4, Vol. 1. P. 57 – 62.
- 4 Сичкарев В.И. Поиск удобной аппроксимации высот волн по радиолокационному изображению волнового поля / В.И. Сичкарев, Р.Д. Русмиленко, А.С. Нагорный // Научные труды SWorld. – Выпуск 56. Том 1. – Иваново: Научный мир, 2019 – С. 12 – 21.

REFERENCES

- 1 Sichkarev V.I. A method for determining wave heights from the radar picture of the wave field / V.I. Sichkarev // Navigation-2010: Sat. scientific works. - Novosibirsk: NSAWT, 2010. - pp. 3 - 19.
- 2 Sichkarev V.I. Development of methods for obtaining parameters of wind waves in ship conditions / V.I. Sichkarev, K.I. Zinchenko // Sat. scientific Proceedings of SWorld. T.1 Transport. - Odessa: Publishing house Kuprienko S.V., 2012. - pp. 64 - 72.
- 3 Sichkarev V.I. Influence of various factors on the width of the wave crest illumination in the radar image of the wave field / V.I. Sichkarev // Modern scientific researches: International periodic scientific journal. Issue No. 4, Vol. 1. pp. 57-62.
- 4 Sichkarev V.I. Search for a convenient approximation of the wave heights at the radar picture of the wave field / V.I. Sichkarev, R.D. Rusmilenko, A.S. Nagorny // Scientific papers SWorld. – No. 56. Vol. 1. - Ivanovo: Scientific World, 2019 - pp. 12 - 21.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: волновое поле на экране РЛС, расчёт высот волн, фильтрация расчётных высот волн
СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ: Сичкарев Виктор Иванович, докт. техн. наук, профессор ФГБОУ ВО «СГУВТ»
 Нагорный Александр Сергеевич, специалист ФГБОУ ВО «СГУВТ»
 Русмиленко Рустам Дилаварович, специалист ФГБОУ ВО «СГУВТ»
ПОЧТОВЫЙ АДРЕС: 630099, г. Новосибирск, ул. Щетинкина, 33, ФГБОУ ВО «СГУВТ»

ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ СПЕКТРА КАЧКИ СУДНА В ЭКСПЛУАТАЦИИ НА НЕРЕГУЛЯРНОМ ВОЛНЕНИИ

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет водного транспорта»

В.И. Сичкарев, В.П. Умрихин, А.Г. Поминов

FUNDAMENTALS OF TECHNOLOGY FOR OBTAINING THE PITCHING SPECTRUM OF THE VESSEL IN OPERATION ON IRREGULAR WAVES

Siberian State University of Water Transport (SSUWT) 33, Schetinkina St., Novosibirsk, 630099, Russia

Viktor I. Sichkarev (Holder of an Advanced Doctorate in Engineering Sciences, Prof. of SSUWT)

Viktor P. Umrikhin (Ph.D. of Engineering Sciences, Assoc. Prof. of SSUWT)

Aleksandr G. Pominov (Navigator)

ABSTRACT: Describes how processing digital discrete recording ship motions to obtain statistical parameters characterizing the behavior of a ship on waves.

Keywords: check the pitching of the vessel, the amplitude-period characteristics of the pitching, the probabilistic characteristics of pitching

Описан порядок обработки цифровой дискретной записи качки судна для получения статистических параметров, характеризующих поведение судна на волнении.

Одним из важнейших методов получения достоверной информации о поведении судна на нерегулярном волнении остаётся натурный эксперимент, который позволяет оценивать реакции судна при его фактических загрузках на фактическом волнении. Полученные в натурном эксперименте регистрируемые параметры требуется обрабатывать для выявления необходимой и удобной в понимании и дальнейшем использовании информации и максимально достоверно интерпретировать её в соответствии с внешними реалиями.

До настоящего времени натурный эксперимент представлял собой сложный процесс разработки, установки, отладки, тарировки приборного обеспечения, совпадения времени эксперимента с необходимыми гидрометеорологическими условиями на переходе, с фиксацией этих условий и состояния судна, с последующей обработкой полученных результатов. Как правило, эту работу выполнял квалифицированный научный персонал.

Достигнутый уровень автоматизации многих процессов судовождения, а также разработка новых типов приборов на основе современной микроэлементной электронной базы, [1, 3, 4], позволили значительно упростить процесс натурального эксперимента. С использованием разработанного прибора регистрации всех видов качки и автоматической записи в компьютер выполнение натурального эксперимента может проводиться в любой момент подходящих гидрометеорологических силами штурманского состава. В сочетании с возможностями получения объективной информации о фактическом волнении с помощью судового радиолокатора, [2], открывается путь к оптимизации плавания судна в сложных гидрометеорологических условиях.

Описанным в [1, 3, 4] регистратором качки на судне Мурманского морского пароходства «Грумант» были сделаны записи углов крена и дифферента с дискретностью 0,5 секунды, фрагмент которых приведён в таблице 1.

Таблица 1 – Фрагмент записи углов крена и дифферента теплохода «Грумант»

Время, сек	Угол крена, градусы	Угол дифферента, градусы
800,00	3,84	-4,65
800,50	2,82	-6,36
801,00	1,72	-7,88
801,50	-0,01	-8,87
802,00	-1,4	-9,03
802,50	-2,39	-9,04
803,00	-2,61	-8,66

Продолжение таблицы 1

Время, сек	Угол крена, градусы	Угол дифференента, градусы
803,50	-2,2	-7,38
804,00	-1,19	-5,39
804,50	0,26	-3,46
805,00	2,07	-1,32
805,50	3,05	-0,31
806,00	3,73	0
806,50	3,41	-0,03
807,00	2,81	-0,87
807,50	1,39	-1,44
808,00	0,53	-2,28
808,50	-0,3	-3,1
809,00	0,13	-3,88
809,50	0,97	-4,92
810,00	1,77	-6,24

Для анализа качки необходимо из полученной дискретной записи определить периоды и амплитуды. Достаточно удобно это делать, аппроксимируя дискретные измерения непрерывной кривой, рис. 1.



Рисунок 1 – Аппроксимация дискретной записи качки непрерывной кривой (фрагмент)

Такое представление позволяет видеть, что каждый размах с одного борта на другой совершается на нерегулярном волнении за разные промежутки времени, в связи с чем уместно было бы оперировать полупериодами качки.

Для определения полупериода можно найти корни кривой как точки её пересечения с осью абсцисс и вычислить разность значений соседних корней. Максимальное значение ординаты между соседними корнями представляет амплитуду колебания за вычисленный полупериод. При таком подходе вторичные колебания (колебания без смены борта накрениния) игнорируются. Можно также определить полупериод как разность соседних экстремумов (максимума и минимума), а за амплитуду колебания принять, например, последний экстремум этого размаха.

При определении полных периодов также можно поступить двояко: либо вычислить разность двух последовательных корней при накренинии судна на правый (или левый) борт, и

тогда этому периоду соответствует две амплитуды – на правый и на левый борт; либо определить разность моментов соседних максимумов (минимумов) колебаний, а за амплитуды принять амплитуду начального экстремума и амплитуду накренения на противоположный борт.

При работе с полупериодами (и при правильной тарировке прибора на нули крена и дифферента) отчетливо выявляются эксплуатационный крен и дифферент судна, что облегчает работу с определением, например, водоизмещения по посадке судна и другие вычисления по кривым элементам теоретического чертежа.

Полученные массивы данных по полупериодам (или периодам) качки и амплитудам позволяют получить вероятностные параметры качки судна с его конкретной загрузкой на данном волнении и амплитудно – периодную характеристику качки этого судна.

Для теплохода «Грумант» бортовая качка на правый и левый борт представлена на рис. 2.

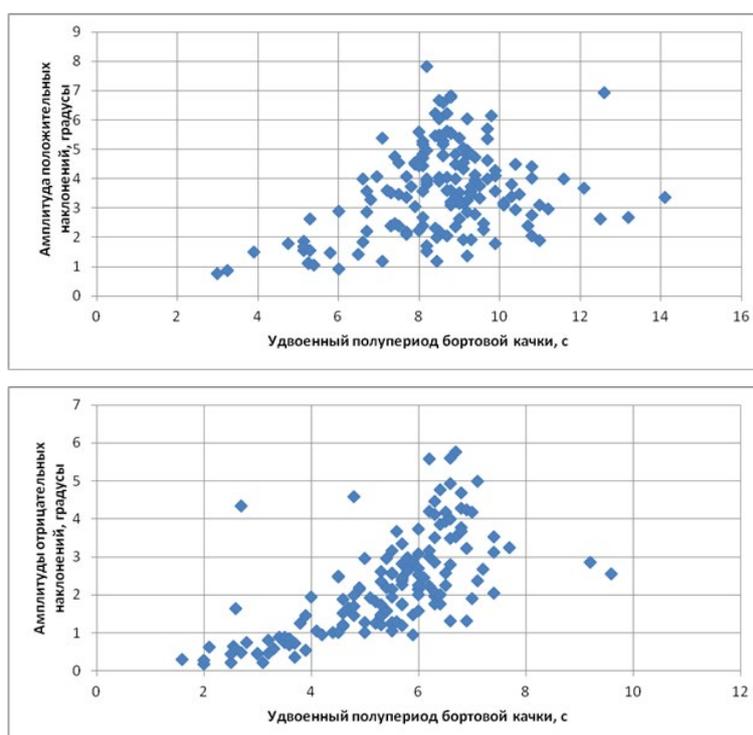
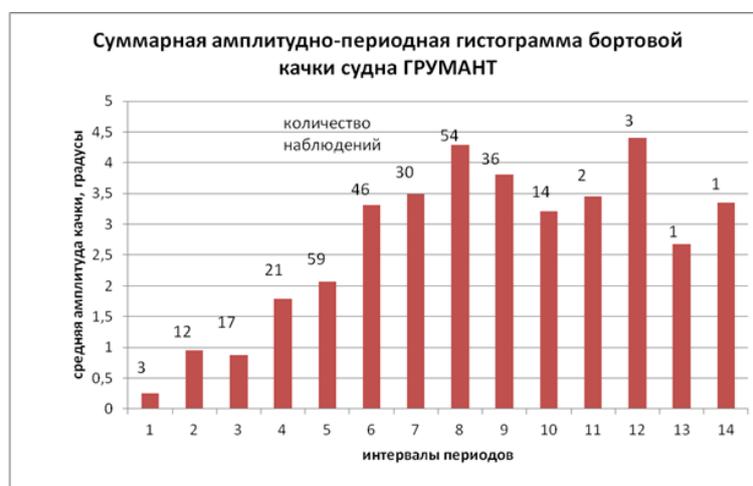


Рисунок 2 – Поле значений бортовой качки судна «Грумант»

Амплитудно-периодная гистограмма качки этого судна на оба борта представлена на рис. 3.



Интервалы периодов: 1: (1, 2]; 2: (2, 3]; 3: (3, 4]; 4: (4, 5]; 5: (5, 6]; 6: (6, 7]; 7: (7, 8]; 8: (8, 9]; 9: (9, 10]; 10: (10, 11]; 11: (11, 12]; 12: (12, 13]; 13: (13, 14]; 14: (14, 15].

Рисунок 3 – Амплитудно-периодная гистограмма бортовой качки судна

Большие периоды качки судна в обработанных записях встречаются редко, что снижает достоверность гистограммы на периодах свыше 11 секунд.

Анализ гистограммы показывает, что одна из её мод приходится на период 8 – 9 секунд, что соответствует собственному периоду качки судна на малых углах наклонов. Это одна из важных характеристик судна с конкретной загрузкой, достоверное определение которой иными способами достаточно трудоёмко.

Вероятностная гистограмма качки представлена на рис. 4.

Обращает на себя внимание побортное различие вероятностей качки. В то же время вероятностная картина качки не выявляет собственного периода качки.

На рис. 3 представлены средние амплитуды качки в каждом выделенном интервале периодов. Представляет интерес также распределение и фактическое распределение углов крена в каждом интервале. Например, в интервале моды (период от 8 до 9 секунд) фактическое распределение углов крена представлено на рис. 5.

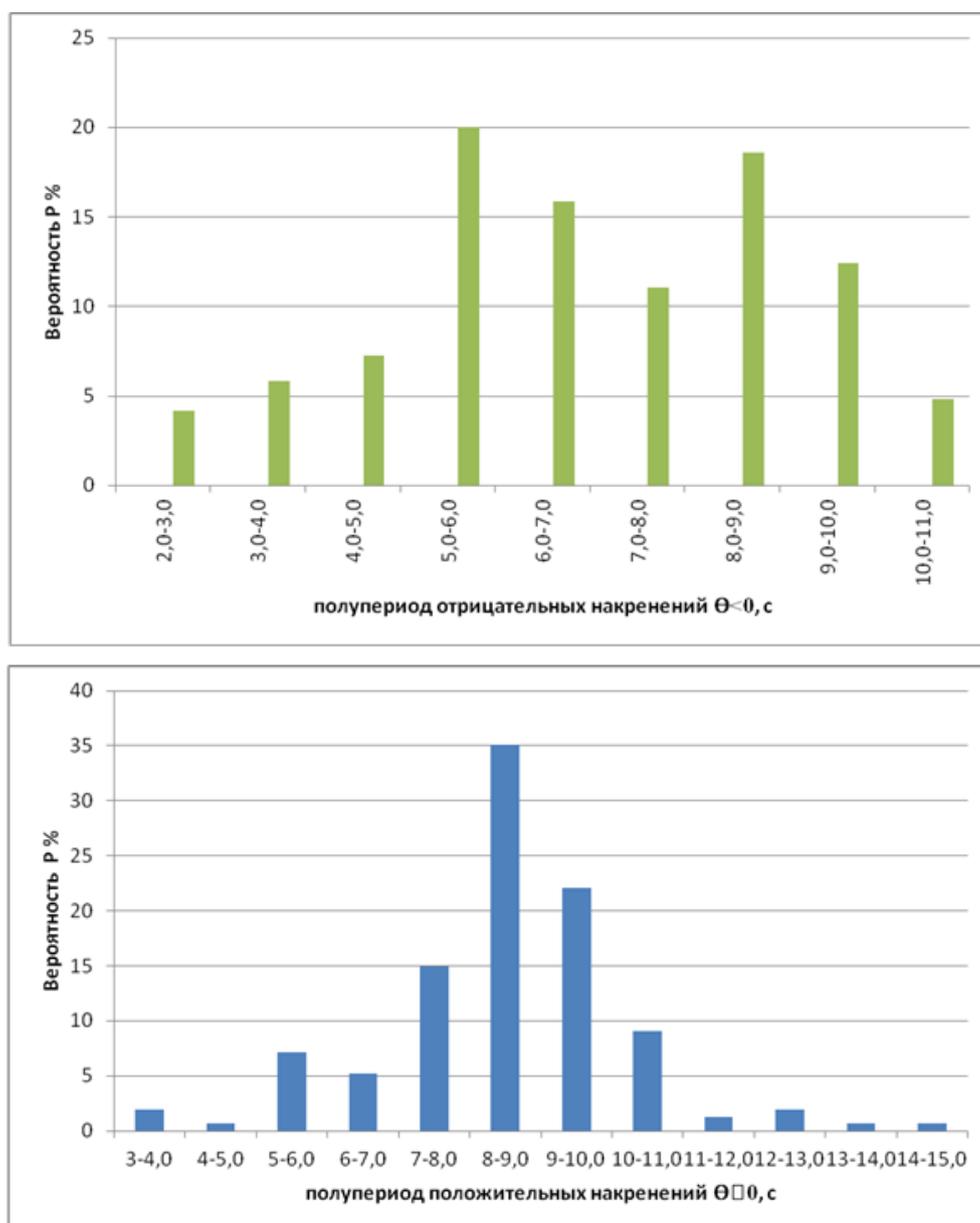


Рисунок 4 – Вероятностная характеристика качки судна на каждый борт

Это распределение показывает, что и внутри каждого диапазона можно выявлять вероятностную картину распределения амплитуд.

Таким образом, основные параметры качки судна достаточно уверенно выявляются при обработке дискретных записей качки и продолжение исследований необходимо ориентировать на интерпретацию результатов в их связи с ветро-волновыми условиями плавания.

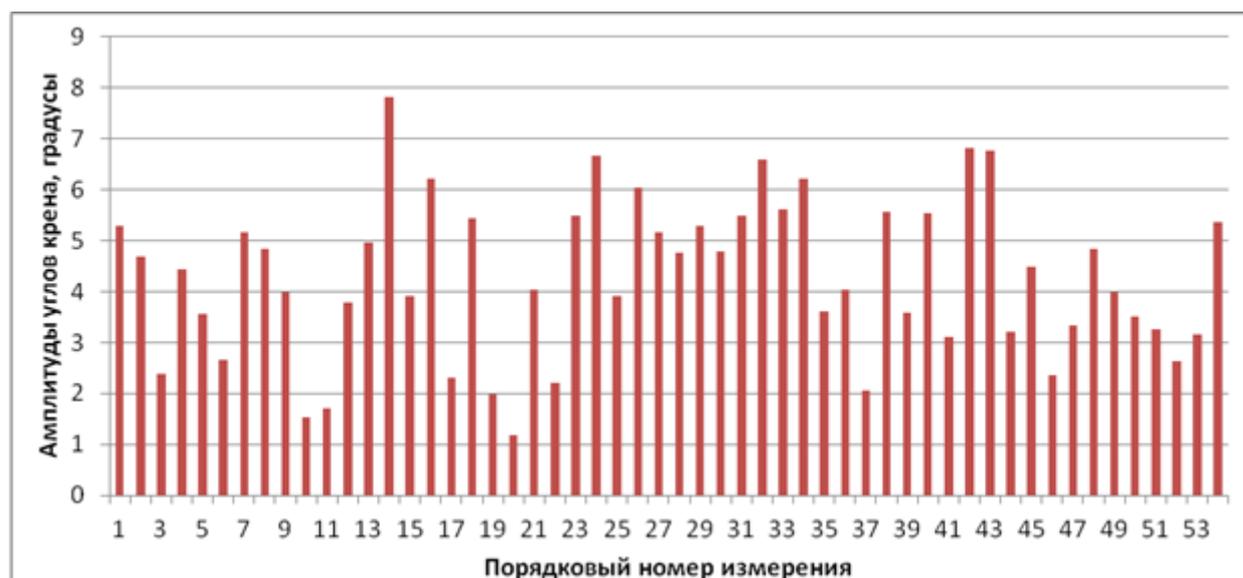


Рисунок 5 – Распределение углов крена в диапазоне периодов 8-9 секунд

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

REFERENCES

1 Поминов А.Г. Регистрация параметров качки судна с помощью гироскопа и акселерометра / А.Г.Поминов, В.П.Умрихин // Судовождение – 2014: сб. науч. трудов. – Новосибирск: НГАВТ, 2014. – С. 46 – 48.

2 Сичкарев В.И. Радиолокационное получение статистических характеристик волнения для судовождения / В.И.Сичкарев, Б.В.Палагушкин, Ю.В.Демин, С.В.Горелов // Морские интеллектуальные технологии, № 4 (42), т. 4, 2018. – С. – 156 – 160.

3 Бабич С.И. Проверка автоматического регистратора параметров качки судна / С.И.Бабич, Л.В.Дьячков, С.И.Сичкарев, В.П.Умрихин // Сибирский научный вестник, №XXII, 2018. – С. 42–49.

4 Умрихин В.П. Создание аппаратно-программного комплекса для определения параметров качки судна. / В.П. Умрихин, А.Г.Поминов // Материалы научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава «Сибирского государственного университета водного транспорта АРКТИКА-ЭКОЛОГИЯ-ТРАНСПОРТ». – Новосибирск, 2017, – С. 301-304.

1 Pominov A.G. Registration of vessel roll parameters using a gyroscope and an accelerometer / A.G. Pominov, V.P. Umrikhin // Navigation - 2014: coll. scientific works. - Novosibirsk: NGAVT, 2014. - pp. 46 - 48.

2 Sichkarev V.I. Radar obtaining of statistical wave characteristics for navigation / V.I. Sichkarev, B.V. Palagushkin, Yu.V. Demin, S.V. Gorelov // Marine intelligent technologies. No. 4 (42), vol. 4, 2018. - pp. - 156 - 160.

3 Babich S.I. Verification of the automatic recorder of vessel roll parameters / S.I. Babich, L.V. Dyachkov, S.I. Sichkarev, V.P. Umrikhin // Siberian Scientific Bulletin, No. XXII, 2018. - pp. 42–49.

4 Umrikhin V.P. Creation of a hardware-software complex for determining the ship's roll parameters. / V.P. Umrikhin, A.G. Pominov // Materials of the scientific-practical conference of the faculty of the "Siberian State University of Water Transport ARCTIC-ECOLOGY-TRANSPORT". - Novosibirsk, 2017, - pp. 301-304.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: регистрация качки судна, амплитудно-периодная характеристика качки, вероятностная характеристика качки

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ: Сичкарев Виктор Иванович, докт. техн. наук, профессор ФГБОУ ВО «СГУВТ»
Умрихин Виктор Павлович, канд. техн. наук, доцент ФГБОУ ВО «СГУВТ»

ПОЧТОВЫЙ АДРЕС: Поминов Александр Геннадьевич, инженер-судоводитель
630099, г. Новосибирск, ул. Щетинкина, 33, ФГБОУ ВО «СГУВТ»

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ САПР SOLID WORKS ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ВАКУУМНЫХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ УСТАНОВКИ РЕГЕНЕРАЦИИ ОТРАБОТАННЫХ МОТОРНЫХ МАСЕЛ В СУДОВЫХ УСЛОВИЯХ

ФГБОУ ВО «Морской государственный университет имени адмирала Г.И. Невельского»

В.В. Тарасов

USED SOLID WORKS CAD SYSTEM WHEN MODELING VACUUM DEVICES FOR REGENERATING INSTALLATION OF WASTE MOTOR OILS IN SHIPS CONDITIONS

Maritime State University named after admiral G.I.Nevelskoi (MSU named after adm. G.I.Nevelskoi)
50a, Verkhneportovaya St., Vladivostok, 690059, Russia

Valerii V. Tarasov (Prof. of MSU named after adm. G.I.Nevelskoi)

ABSTRACT: The results of comparative calculations are presented in the SOLID WORKS CAD program of two variants of vacuum devices - steam jet and diffusion vacuum pumps to increase the efficiency of stripping water-fuel fractions (WFC) from OMM when it is regenerated in ship conditions using a cyclone evaporator.

Keywords: CAD program SOLID WORKS, steam jet and diffusion vacuum pumps, modeling of vacuum pump designs, cyclone evaporators

Приведены результаты сравнительных расчетов в программе САПР SOLID WORKS двух вариантов вакуумирующих устройств - пароструйных и диффузионных вакуумных насосов для повышения эффективности отгона водо-топливных фракций (ВТФ) из ОММ при его регенерации в судовых условиях с применением циклонного испарителя.

Создание отдельных твердотельных деталей конструкции, а затем их полной сборки с помощью современных компьютерных технологий, позволяет выявить имеющиеся недостатки конструкции, несоответствие размеров и устранить их до запуска оборудования в производство, что существенно сократит расходы. Перед запуском какого-либо агрегата в производство необходимо выполнить его проектирование с помощью компьютерных программ САПР, для большей наглядности и детального изучения конструкции, а также для возможности проведения испытаний модели.

С помощью расчетных комплексов, таких как АПМ *3D Structure*, *Solid Works COSMOSXpress* и других, можно произвести расчеты, как отдельных деталей вакуумного устройства, так и всей его конструкции в целом на прочность и деформационные воздействия при создании оптимального вакуума в мобильных установках регенерации отработанных моторных масел (ОММ) судовых дизелей.

В качестве вакуумирующих устройств модулей регенерации ОММ рассматривается применение пароструйных и диффузионных вакуумных насосов различной производительности и их применимости в условиях эксплуатации морского судна.

Для этого рассмотрим рабочие жидкости пароструйных насосов и требования предъявляемые к ним. В качестве рабочих жидкостей пароструйных насосов могут использоваться: водяной пар, минеральные вакуумные масла либо ртуть. Каждая из них имеет свои характеристики, преимущества и недостатки. При выборе рабочей жидкости необходимо учитывать как экономические, так и эксплуатационные характеристики.

Для парозежекторного вакуумного насоса используем в качестве рабочей жидкости водяной пар судового вспомогательного котла. Это обусловлено его простотой как рабочего тела. Он однороден по составу, не разлагается, не окисляется, не загрязняет откачиваемый объем, а с современным уровнем судового котлостроения обладает доступностью и возможностью практически неограниченного его потребления. Последнее обстоятельство наряду с возможностью потребления необходимого количества охлаждающей воды позволяет проектировать пароводяные эжекторные насосы на любую производительность, начиная от нескольких литров до сотен тысяч литров в секунду. Ещё одним немаловажным преимуществом водяного парозежекторного насоса в отличие от парортутного или паромасляного является то, что он работает не от собственного кипятильника, а пар подается по магистральным паропроводам напрямую из котельного помещения под повышенным давлением порядка 5 – 10 кгс/см².

Но наряду с преимуществами есть и недостатки водяного пара. Главными проблемами при эксплуатации пароводяных эжекторных насосов является обеспечение насосов паром необходимого качества и при необходимом давлении, а также водой на конденсатор при не-

обходимой температуре. Давление пара в любом случае не должно быть меньше того, на которое рассчитана нормальная работа насоса. Если в наличии есть пар большего давления, то он может быть дросселирован до рабочего давления насосе либо путем редуцирования вентилем, либо установкой диафрагмы в паропроводящей трубе. При дросселировании пара до рабочего давления, как правило, обеспечивается нормальная работа насоса.

Как уже отмечалось, характеристика насоса существенно зависит от качества пара. Если пар получаемый из котельной, влажный, то перед впуском его в насос на паропроводящей линии необходимо ставить влагоотделитель с конденсационным горшком [2].

Температура воды, подаваемый на охлаждение конденсатора не должна превышать ту, на которую рассчитана его нормальная работа. При этом существенным является, какой водой охлаждаются конденсаторы: артезианской, речной или оборотной. При артезианской воде, температура которой, как правило, оказывается ниже рабочей температуры в конденсаторах насоса, можно экономить пар, редуцируя его с таким расчетом, чтобы не ухудшать характеристики насоса. Если давление пара и температура охлаждающей воды имеют значения, равные рабочим значениям для насоса, то характеристика насоса имеет вполне определенную количественную зависимость нагрузки от впускного давления, измеряемую при её испытаниях.

Работа высоковакуумных насосов существенно зависит от рода рабочей жидкости. Рабочая жидкость для высоковакуумного насоса должна отвечать следующим основным требованиям:

- 1) Иметь низкую упругость пара при комнатной температуре. Это обусловлено тем, что пары рабочей жидкости, проникая в откачиваемый объем, могут повышать в нем остаточное давление, если их упругость при комнатной температуре велика;
- 2) Иметь вязкость, при которой обеспечивается стекание конденсата в кипятильник по стенке насоса, охлаждаемой водой. Это необходимо для обеспечения циркуляции рабочей жидкости в насосе;
- 3) Иметь высокую упругость пара при рабочей температуре в кипятильнике;
- 4) Обладать малой удельной теплотой парообразования. Чем она меньше, тем меньше затраты мощности на создание требуемого количества пара в насосе;
- 5) Быть однородной по составу. Если жидкость неоднородна, то по мере работы в насосе состав ее будет изменяться за счет улетучивания отдельных компонентов, что приведет к изменению характеристик насоса;
- 6) Быть термически стабильной при рабочей температуре в кипятильнике насоса. Если жидкость разлагается при рабочих температурах, то ухудшаются характеристики насоса;
- 7) Не взаимодействовать с конструкционными материалами насоса;
- 8) Быть стойкой к окислению воздухом при рабочей температуре в кипятильнике насоса, на случай аварий и прочее;
- 9) Обладать малой способностью к растворению газов, в противном случае это приводит к ухудшению предельного вакуума насоса [2, 16].

Учитывая требования, предъявляемые к рабочим жидкостям высоковакуумных насосов, а также все достоинства и недостатки каждой из них была составлена сводная таблица (табл. 1), анализируя данные которой для насоса типа НВДМ – 100 было выбрано минеральное вакуумное масло ВМ – 1.

Таблица 1 – Достоинства и недостатки рабочих жидкостей насосов

Характеристики рабочих жидкостей	Минеральные масла	Ртуть
Достоинства	<ul style="list-style-type: none"> – Имеют низкую упругость пар при комнатной температуре, что позволяет получать предельный вакуум порядка 10^{-7} мм рт.ст. и ниже без низкотемпературных ловушек; – Не ядовиты, химически инертны; – Обладают удовлетворительной термической и невысокой термоокислительной стойкостью; – Относительно невысокая стоимость. 	<ul style="list-style-type: none"> – Однородны по составу; – Стабильны в процессе работы; не разлагается при рабочей температуре насоса; – Стойка к окислению воздухом; – Высокая упругость пара при рабочей температуре в кипятильнике; – Сравнительно мало растворяет газы.

Продолжение таблицы 1

Характеристики рабочих жидкостей	Минеральные масла	Ртуть
Недостатки	– В большинстве своем не однородны по составу и потому могут изменять свои характеристики в процессе работы; – В той или иной мере разлагаются при рабочей температуре в кипятильнике и поэтому имеют ограниченный срок службы; – Значительно в большей степени растворяют в себе газы; – Обладая низкой упругостью пара при комнатной температуре, имеют значительно более низкую в сравнении со ртутью упругость пара при одинаковой температуре в кипятильнике, что влияет на значение наибольшего выпускного давления (у паромасляных меньше, чем у парортутных).	– Токсичность паров. Вредность паров ртути для здоровья заставляет оборудовать специальные помещения для работы со ртутью и соблюдать меры предосторожности, исключающие повышение концентрации паров ртути в рабочих помещениях, что в судовых условиях невозможно. – Высокая химическая активность по отношению к металлам. Ртуть образует амальгамы с большинством металлов, что ограничивает выбор конструкционных материалов для насоса; – Высокая упругость пара при комнатной температуре, что заставляет устанавливать между насосом и откачиваемым объемом охлаждаемую до низкой температуры ловушку.

На основании анализа требований к качеству рабочих жидкостей вакуумных парожетторных насосов производится подбор материалов для элементов их конструкций. Как правило материалы, используемые в вакуумной технике, в зависимости от назначения подразделяют на три группы: конструкционные, специальные и технологические.

Элементы конструкций, используемые в качестве тел нагрева, уплотнения и изоляторы изготавливают из специальных материалов: вакуумной резины, графита, тугоплавких металлов, фторопласта.

Легкоплавкие металлы и сплавы используют в качестве припоев и уплотнителей подвижных и разъемных соединений фланцевого и клапанного типов, высоковакуумных и сверхвысоковакуумных элементов и систем.

Широкое применение стекла и керамики объясняется их способностью к формообразованию, хорошим электроизоляционным свойствам, низкой газопроницаемостью и химической стойкости.

К технологическим материалам относятся материалы, используемые при испытании, ремонте и эксплуатации вакуумных систем: лаки, клеи, герметики, замазки, смазочные материалы, материалы для очистки вакуумных аппаратов и другое.

К конструкционным материалам относятся материалы, используемые для изготовления вакуумных систем и элементов, включая средства получения вакуума. Для этой цели широко используют чугуны, углеродистые стали, легированные стали и сплавы, жаропрочные, жаростойкие и коррозионностойкие стали и сплавы, титан, стекло керамику и другое [14].

Вакуумная техника предъявляет к конструкционным материалам ряд специальных требований, которым они должны удовлетворять наряду с традиционными прочностными и физико-химическими характеристиками. В соответствии с этим материалы должны отвечать следующим требованиям:

- 1) Иметь давление паров при рабочей температуре значительно меньше рабочего давления, так как материал, давление насыщенного пара которого при рабочей температуре сравнительно велико, в вакууме испаряется;
- 2) Характеризоваться минимальным газовыделением при рабочих давлении и температуре. Уровень газовыделения существенно зависит от способа предварительной обработки и количества газов, растворенных в их объеме и адсорбированных;
- 3) Иметь минимальную проницаемость в рабочих условиях. Хотя проницаемость свойственна многим материалам, она сильно зависит от рода откачиваемого газа;
- 4) Обеспечивать вакуумную плотность при малой толщине. Литые материалы не удовлетворяют требованиям герметичности, так как для них характерна пористая структура. Листовой и сортовой прокат имеют различную вакуумную плотность в разных направлениях. Наибольшей вакуумной плотностью обладают материалы,

подвергнутые переplаву в вакууме;

- 5) Быть коррозионностойкими, иметь повышенные пределы выносливости и ползучести. Требования коррозионной стойкости материалов обусловлены недопустимостью образования оксидов на поверхности, которые легко разлагаются и имеют более высокое давление пара, чем основной металл. Таким образом, коррозия увеличивает газовыделение материалов, уменьшает прочность тонкостенных деталей, вызывает при соприкосновении с окисляющими газами межкристаллитную коррозию и появление напечений.

При изготовлении парозежекторного насоса особое внимание уделяют обработке внутренних поверхностей проточной части. Особенно тщательно обрабатывают сопло, внутреннюю поверхность которого рекомендуют полировать. Все углы проточной части (особенно переходы от конической поверхности к цилиндрической в сопле и диффузоре) должны быть скруглены. При выборе конструкционного материала для парозежекторного насоса исходят из его габаритных размеров. Металлические эжекторы небольших размеров изготавливают литыми чугунами, большие – сварными стальными [14]. Так как габаритные размеры нашего парозежекторного насоса большие, то в качестве конструкционного материала будем использовать сталь.

Углеродистые конструкционные стали широко используют для изготовления элементов и систем, работающих при давлении не ниже 10⁻⁴ Па. Углеродистые конструкционные стали различают обычного качества и качественные.

В качестве конструкционного материала для корпуса эжектора выберем качественную углеродистую сталь, так как они поставляются с гарантированным химическим составом и механическими свойствами. Они в свою очередь делятся на низкоуглеродистые и среднеуглеродистые. Низкоуглеродистые стали 08; 10; 15; 20; 25 применяют, когда требуется малая прочность и высокая эластичность. Из среднеуглеродистых сталей 30; 35; 40; 45; после нормализации, улучшения и поверхностной закалки изготавливают разнообразные детали. Механические и физические свойства углеродистой качественной стали представлены в таблице 3.4 [24].

Таблица 2 – Свойства качественной углеродистых сталей

Сталь	Механические свойства				Физические свойства			
	σ_b	σ_T	δ	ψ	НВ	ρ , г/см ³	λ , Вт/(м·К)	$\alpha \cdot 10^3$, К ⁻¹
	МПа		%					
08	330	200	33	60	131	7,830	77,2	11,6
10	340	210	31	55	143	7,830	77,2	11,6
15	380	230	27	55	149	7,820	74,0	11,6
20	420	250	25	50	163	7,820	74,4	11,1
25	460	280	23	50	170	7,820	72,0	11,1
30	500	300	21	45	179	7,817	72,0	12,6
35	540	320	20	45	187	7,817	72,0	11,1
40	580	340	19	40	197	7,815	56,8	12,4
45	610	360	16	40	207	7,814	64,8	11,6

С учетом всех свойств качественных углеродистых сталей выберем сталь марки 40. Она хорошо сваривается и не склонна к отпускной хрупкости.

В качестве материала для сопла эжектора выберем легированную конструкционную сталь. Химический состав и механические свойства данных сталей приведены в таблице 3.5. В легированной стали, наряду с обычными примесями, имеются легирующие элементы: хром, вольфрам, молибден, никель, а также кремний и марганец в большом количестве. Легированная сталь обладает ценнейшими свойствами, которых нет у углеродистой стали, и не имеет ее недостатков. Применение легированной стали экономит металл, повышает долговечность изделий, увеличивает производительность. В прогрессивной технике эта сталь имеет решающее значение.

Таблица 3 – Свойства легированных сталей

Сталь	Массовая доля, %					$\sigma_{\text{в}}$ МПа	δ	ψ	$T_{\text{в}}$, К	$T_{\text{н}}$, К	НВ, не более
	C	Mn	Cr	Ni	Другие элементы						
20X	0,17...0,23	0,5...0,8	0,7...1,0	-	-	780	11	40	273	173	179
30X	0,24...0,32	0,5...0,8	0,8...1,1	-	-	900	12	45	273	173	187
40X	0,36...0,44	0,5...0,8	0,8...1,1	-	-	1000	10	45	273	173	217
40XФА	0,37...0,44	0,5...0,8	0,8...1,1	-	(0,1...0,18)V	900	10	50	273	173	241
40XГТР	0,38...0,45	0,7...1,0	0,8...1,1	-	(0,03...0,09)Ti	1000	11	45	313	213	229
30XГС	0,28...0,35	0,8...1,1	0,8...1,1	-	(0,9...1,2)Si	1000	10	45	293	213	229
40XH	0,36...0,44	0,5...0,8	0,45...0,75	1,0...1,4	-	1000	11	45	243	173	207
30XH3A	0,27...0,33	0,3...0,6	0,6...0,9	2,75...3,15	-	1000	10	50	233	153	241
40XH2MA	0,37...0,44	0,5...0,8	0,6...0,9	1,25...1,65	(0,15...0,25)Mo	1000	12	50	233	153	269
36X2H2MФА	0,33...0,40	0,25...0,5	1,3...1,7	1,3...1,7	(0,2...0,3)Mo (0,1...0,18)V	120	12	50	213	133	269
38XH3MФА	0,33...0,40	0,25...0,5	1,2...1,5	3,0...3,5	(0,35...0,45)Mo (0,1...0,18)V	1200	12	50	213	133	269

Легирующие элементы оказывают разностороннее влияние на свойства стали. Хром повышает твердость, уменьшает ржавление; никель дает высокую прочность и пластичность, коррозионную стойкость; вольфрам увеличивает твердость и красностойкость; ванадий повышает плотность, прочность, сопротивление удару, истиранию; кобальт повышает жаропрочность, магнитопроницаемость; молибден увеличивает красностойкость, прочность, сопротивление окислению при высоких температурах; марганец при содержании свыше 1% увеличивает твердость, износостойчивость, стойкость против ударных нагрузок; титан повышает прочность, сопротивление коррозии; алюминий повышает окалиностойкость; ниобий повышает кислотостойкость; медь уменьшает коррозию. В сталь вводят также бор, селен, азот, цирконий. В легированной стали может находиться одновременно несколько легирующих элементов [24].

Исходя из изложенных характеристик легированных сталей, для сопла эжектора возьмем сталь 20X. Она мало флюэночувствительна и не склонна к отпускной хрупкости. Сварка производится без подогрева и последующей обработки. Используется для изготовления деталей, к которым предъявляются требования высокой поверхностной твердости при невысокой прочности сердцевины.

Для насоса типа НВДМ – 100, по известным данным, материалом проточной части корпуса служит углеродистая сталь, а паропровод выполнен из алюминиевого сплава, который обладает высокой коррозионной стойкостью и легко сваривается.

После определения технологических и конструкционных параметров устройств приступаем к моделированию с помощью современных средств компьютерного проектирования используя программный пакет *Solid Works*. Система *Solid Works* – это система автоматизированного проектирования, инженерного анализа и подготовки производства изделий любой сложности и назначения. Это одна из лидирующих систем автоматизированного проектирования и моделирования в мире. САПР *Solid Works* является ядром интегрированного комплекса автоматизации предприятия, с помощью которого осуществляется поддержка жизненного цикла изделия в соответствии с концепцией CALS-технологий.

Использование чертежно-графического редактора данной системы позволяет существенно сократить период проектирования, а доступный для понимания принцип создания модели облегчает работу. С помощью данной программы можно создать отдельные трехмерные элементы конструкции, а затем полностью осуществить сборку.

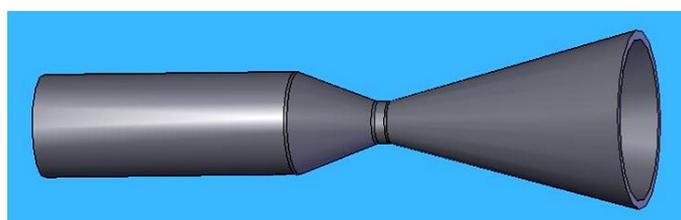
Для трёхмерного моделирования корпусов струйных вакуумных насосов при расчёте насоса на прочность достаточно будет изобразить корпус насоса (а для эжекторного – и сопло). Для этого первым этапом моделируем все составные части насосов по отдельности, а затем вторым этапом осуществляем их сборку.

Одним из первых элементов парозежекторного насоса моделируем сопло. Для этого

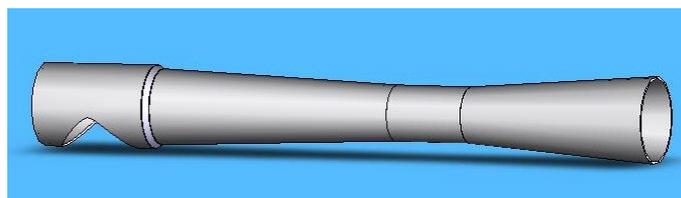
необходимо в программном комплексе *Solid Works* создать эскиз половины сопла и задать функцию повернутая бобышка/основание далее с помощью команды вырез/вытянуть создаем готовое сопло с толщиной стенки 2-3 мм. Следующим элементом данного насоса создается корпус эжектора (камера разряжения, камера смешения и диффузор). Его создаем по тому же принципу что и сопло с толщиной стенок 3 – 4 мм. Последним элементом конструкции моделируем трубопровод от вакуумной камеры, с той же толщиной стенки что и у корпуса. Внешний вид каждой из проектируемых элементов представлен на рисунке 1.

Вторым этапом осуществляем сборку смоделированных частей парожеторного насоса. Сопло вставляем в корпус насоса в специально созданное для этого отверстие. Трубопровод от вакуумной камеры также соединяем с корпусом насоса. Результат проделанной работы представлен на рисунке 2.

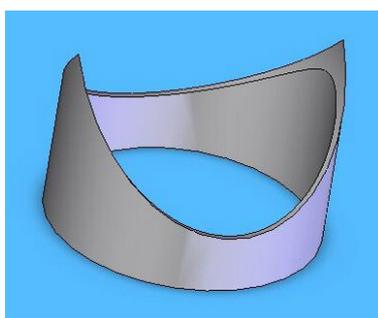
Для создания корпуса модели диффузионного паромасляного насоса будем использовать тот же алгоритм, что и при создании эжекторного. Первым этапом создадим составные части корпуса диффузионного насоса: проточную цилиндрическую часть корпуса, дно кипяильника и выходную эжекторную ступень. Внешний вид каждой созданной детали представлен на рисунке 3.



a)



б)



в)

а) сопло; б) корпус эжектора; в) трубопровод.

Рисунок 1 – Детали проектируемого эжекторного насоса

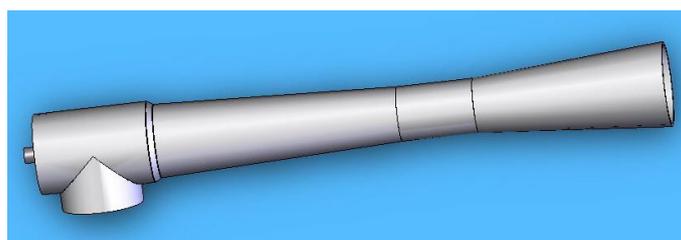
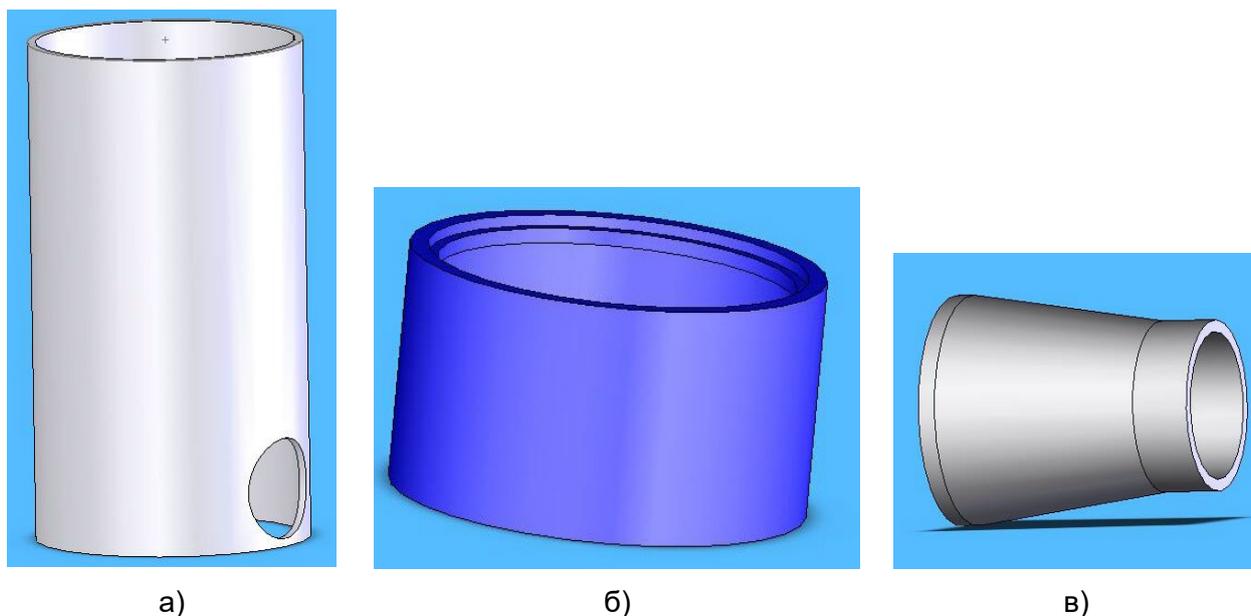


Рисунок 2 – Сборка парожеторного насоса



а) проточная часть; б) дно кипятильника; в) эжекторная ступень
 Рисунок 3 – Сборные единицы диффузионного насоса

Вторым этапом, как уже отмечалось выше, делается сборка конструкции всех созданных деталей. С помощью определенных сопряжений получается собранная модель диффузионного паромасляного насоса без впускного и выпускного фланца, представленная на рисунке 4.4.

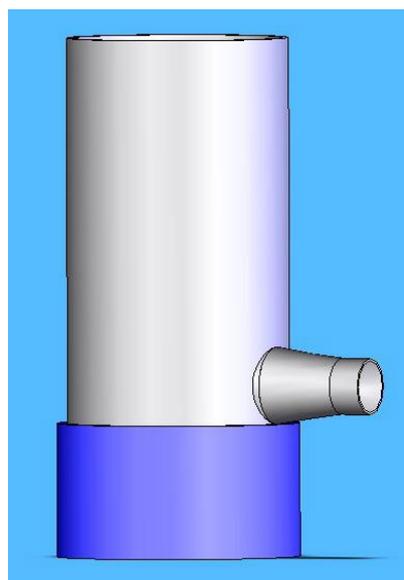
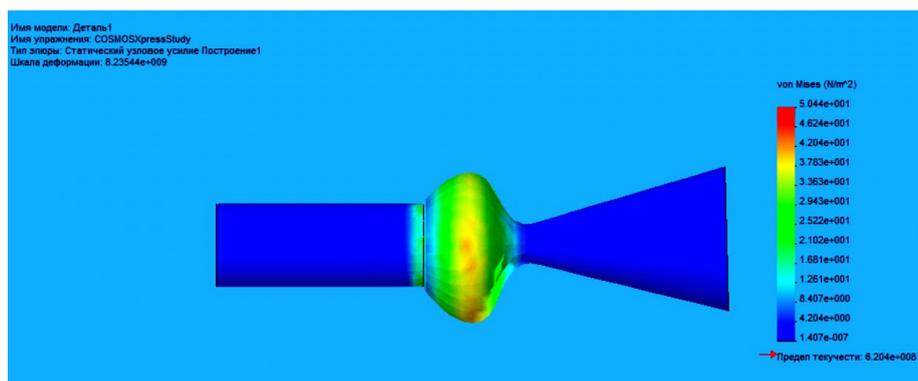


Рисунок 4 – Сборка диффузионного паромасляного насоса

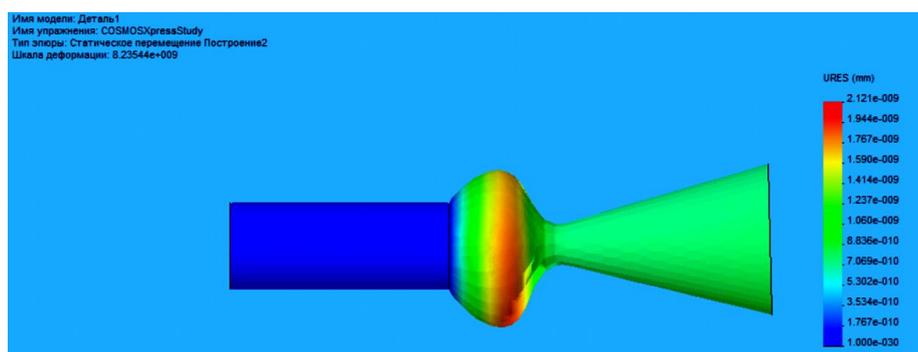
Расчет деталей струйных вакуумных насосов на прочность с помощью программного пакета *Solid Works COSMOSXpress*. Функциональная возможность данного программного пакета включает анализ детали, анализ напряжения, анализ оптимизации с одной переменной и критерием, равномерное распределение давления и силы, прилагаемых к граням, напряжение, эквивалентное напряжениям по контуру (von Mises), эпюра деформаций, анимация и сохранение в формате AVI.

С помощью *Solid Works COSMOSXpress* покажем действие нагрузок от давления на различные детали струйных насосов. Для этого выбираем одну из созданных деталей, например сопло эжекторного насоса, и запускаем приложение *COSMOSXpress*. Задаем нужные параметры и давление и запускаем анализ системы, после чего выводим результат на экран. Данная программа выводит распределение усилия и смещения в модели по заданным давлениям. На рисунке 5 представлено распределение усилия и смещения в сопле парожеторного насоса.

На рисунке 6 представлены нагрузки для корпуса пароэжекторного насоса.

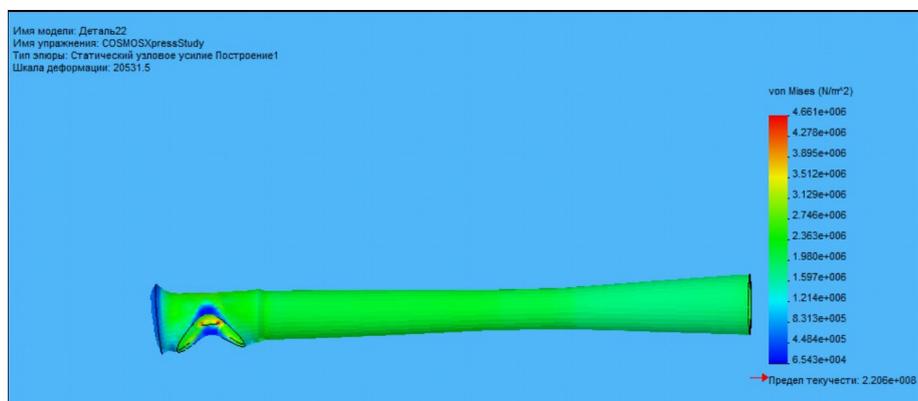


а)

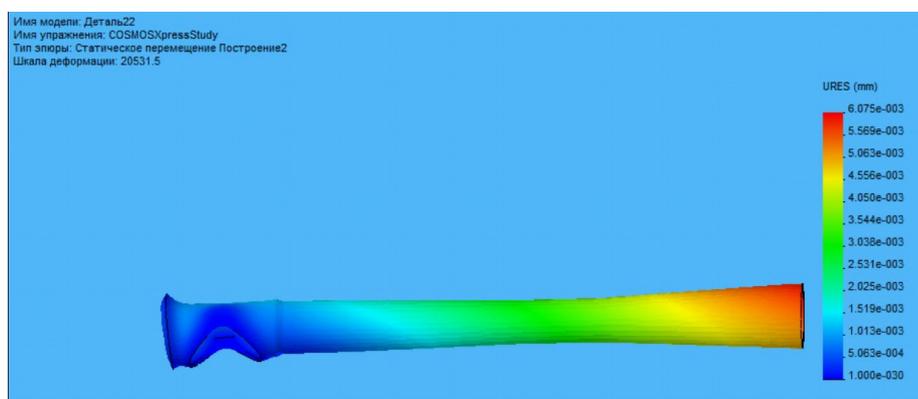


б)

Рисунок 5 – Распределение усилия а) и смещения б) в сопле парозежекторного насоса



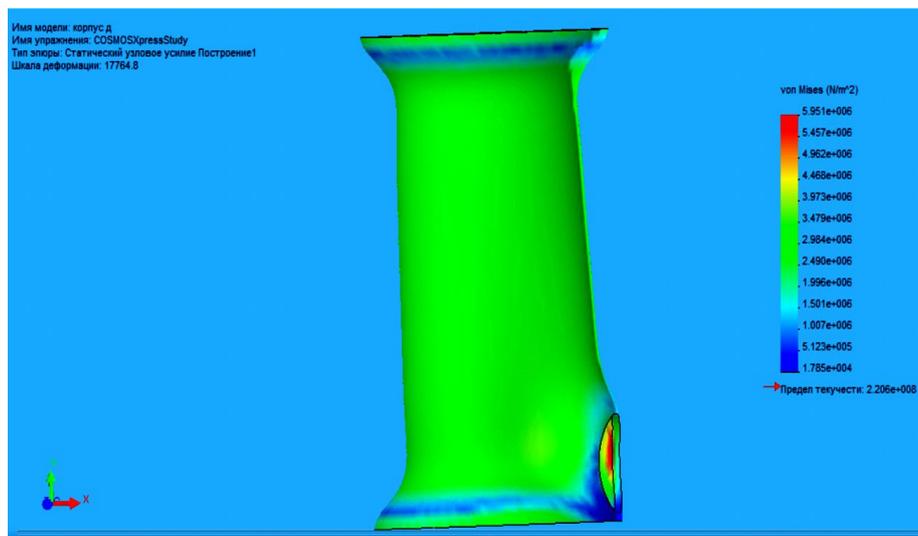
а)



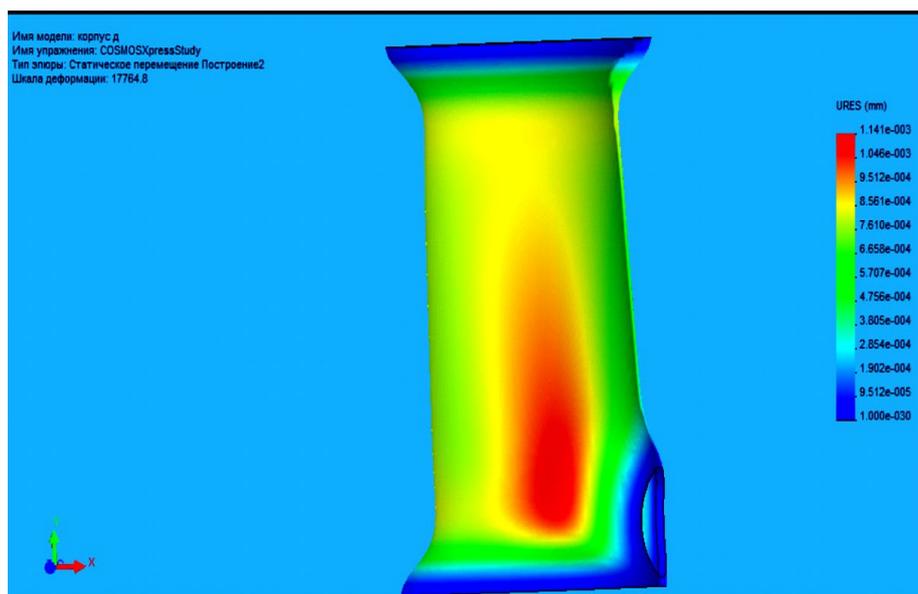
б)

Рисунок 6 – Распределение усилия а) и смещения б) в корпусе парозежекторного насоса

Давление в паромасляном диффузионном насосе типа НВДМ – 100 действует только в проточной части корпуса и выходной эжекторной ступени. Выполняем для каждой из созданных деталей весь алгоритм действия, как и для парозежекторного насоса и получаем результат представленный на рисунках 7 и 8.

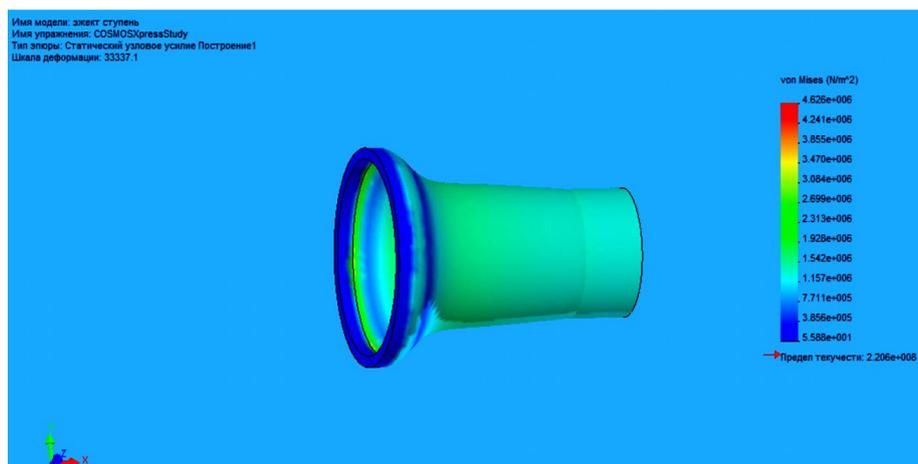


а)

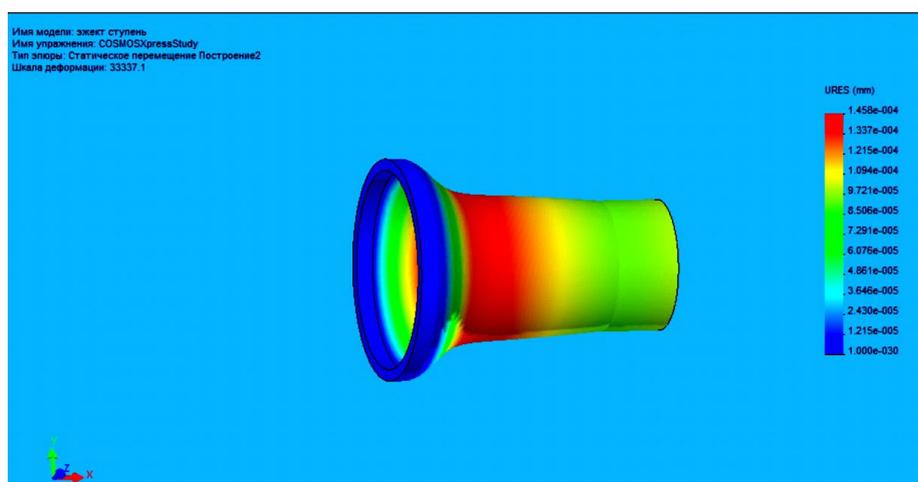


б)

Рисунок 7 – Распределение усилия а) и смещения б) в проточной части корпуса диффузионного насоса



а)



б)

Рисунок 8 – Распределение усилия а) и смещения б) в выходной эжекторной ступени диффузионного насоса

Заключение. В данной статье рассмотрены два типа вакуумных насосов – пароэжекторный и диффузионный. Для данных насосов был произведен математический расчет, на основании которого определены основные размеры деталей данных типов насосов. Был проанализирован и выбран конструкционный материал для каждого из видов насосов, а также обоснован выбор рабочей жидкости.

На основании полученных параметров в системе автоматизированного проектирования *Solid Works* были спроектированы твердотельные модели основных деталей диффузионного и пароэжекторного насоса, осуществлена их сборка в конструкцию. С помощью приложения *Solid Works COSMOS Xpres* произведен проверочный расчет основных узлов деталей на прочность и смещение, в результате которого сделан вывод, что данные вакуумные насосы обеспечивают достаточный вакуум для оптимальной работы установки по регенерации отработанных моторных масел в судовых условиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

REFERENCES

1 Абросимов Б.З Пароэжекторные вакуумные насосы. – М.: «Гипронефтемаш», 1965. – 129 с.
2 Амосова Л.М., Цейтлин А.Б. Рабочие жидкости для вакуумных насосов. – М.: «Цимтихимнефтемаш», 1989. – 27 с.
3 Арустамов Э.А. Безопасность жизнедеятельности. Учебник/ под ред. Арустамова Э.А. – 10-е изд., перераб. и доп. – М: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2006. – 476 с.
4 Беляев Л.А. Физика и техника вакуума. Сборник статей. – Издательство казанского университета, 1974. – 457 с.
5 Борозденков В.И. Вакуум-насосы в химической промышленности. Книга. – М.: Издательство «Машиностроение», 1964. – 99 с.

1 Abrosimov B.Z Steam jet vacuum pumps. – M.: Giproneftemash, 1965. – 129 p.
2 Amosova L.M., Zeitlin A.B. Working fluids for vacuum pumps. – M.: "Tsimtikhimneftemash", 1989. - 27 p.
3 Arustamov E.A. Life safety. Textbook / ed. Arustamova E.A. - 10th ed., revised. and additional - M: Publishing and Trade Corporation "Dashkov and K", 2006. - 476 p.
4 Belyaev L.A. Physics and technology of vacuum. Digest of articles. - Publishing house of Kazan University, 1974. - 457 p.
5 Borozdenkov V.I. Vacuum pumps in the chemical industry. Book. - M.: Publishing house "Engineering", 1964. - 99

- 6 Гаврилов С.В. Судовые котельные и паропроизводящие установки. Методические указания к практическим занятиям. – Петропавловск - Камчатский: издательство Камчатский государственный технический университет, 2005. – 32 с.
- 7 Данилин Б.С. Вакуумные насосы и агрегаты. Учебник для вузов / под ред. Нилендера Р.А. – М. – Л.: Государственное энергетическое издательство, 1957. – 113 с.
- 8 Королев Б.И. Основы вакуумной техники. / – 3-е изд., перераб. – М. – Л.: Государственное энергетическое издательство, 1957. – 401 с.
- 9 Курашов В.И. Вакуумная техника средства откачки, их выбор и применение. Учебное пособие. – КГТУ: 1997. – 52 с.
- 10 Розанов Л.Н. Вакуумная техника. Учебник для вузов/ под ред. Розанова Л.Н. – 3-е издание перераб. и доп. – М.: Высш.шк., 2007. – 391 с.: ил.
- 11 Соколов Е.Я. Зингер Н.М. Струйные аппараты./ 3-е изд. перераб. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 352 с.: ил.
- 12 Успенский В.А. Кузнецов Ю.М. Струйные вакуумные насосы. – М.: Машиностроение, 1973. – 144 с.: ил.
- 13 Фролов Е.С. Автономова И.В. и др. Механические вакуумные насосы. – М.: Машиностроение, 1989. – 288 с.: ил.
- 14 Фролов Е.С. Минайчев В.Е. Вакуумная техника. Справочник / под общей ред. Фролова Е.С. – М.: Машиностроение, 1992. – 480 с.: ил.
- 15 Цейтлин А.Б. Пароструйные вакуумные насосы. Брошюра./ – М.: Машиностроение, 1980. – 51 с.: ил.
- 16 Цейтлин А.Б. Пароструйные вакуумные насосы. Книга./ – М. – Л.: издательство «Энергия», 1965. – 400 с.: ил.
- 17 Шубин А.В. Экономические расчеты в дипломном проекте. Методические рекомендации по разработке экономического раздела дипломного проекта./ – МГУ им. Г.И. Невельского, 2011. – 43 с.
- 18 Юшин В.В. Лапин В.П. и др. Техника и технология защиты воздушной среды. Учебное пособие для вузов. – М.: Высшая школа, 2005. – 391 с.: ил.
- 19 Руководство по эксплуатации насос вакуумный диффузионный паромасляный.
- 20 Руководство по эксплуатации насос вакуумный эжекторный пароводяной.
- 21 Федеральный закон от 10 января 2002 г. N 7-ФЗ. «Об охране окружающей среды»
- 22 ГОСТ 12.0.004 – 90. – М.: Издательство стандартов, 1999. – 36 с.
- 23 ГОСТ 1050 – 84. – М.: Издательство стандартов, 1989. – 85 с.
- 24 ГОСТ 4543 – 71. – М.: Издательство стандартов, 1997. – 66 с.
- 25 <http://ru.wikipedia.org/wiki/%CD%E5%F4%F2%FC> [электронный источник].
- 26 <http://referatwork.ru/new/source/19210text-19210.html> [электронный источник].
- 27 <http://www.spb-mb.ru/index.php?page=25> [электронный источник].
- 28 <http://www.kakprosto.ru/kak-67107-kak-rasschitat-proizvodstvennyu-sebestoimost> [электронный источник].
- р.
- 6 Gavrilov S.V. Ship boilers and steam generating plants. Methodical instructions for practical exercises. - Petro-pavlovsk - Kamchatsky: publishing house of Kamchatka State Technical University, 2005. - 32 p.
- 7 Danilin B.S. Vacuum pumps and units. Textbook for universities / ed. Nilendera R.A. - M. - L.: State Energy Publishing House, 1957. - 113 p.
- 8 Korolev B.I. Fundamentals of vacuum technology./ - 3rd ed., Revised. - M. - L.: State Energy Publishing House, 1957. - 401 p.
- 9 Kurashov V.I. Vacuum technology of pumping means, their selection and application. Tutorial. - KSTU: 1997. - 52 p.
- 10 Rozanov L.N. Vacuum technology. Textbook for universities / ed. Rozanova L.N. – 3rd edition revised. and additional - M.: Vyssh.shk., 2007. - 391 p.: ill.
- 11 Sokolov E.Ya. Singer N.M. Inkjet devices./ 3rd ed. revised – M.: Energoatomizdat, 1989. – 352 p.: ill.
- 12 Uspensky V.A. Kuznetsov Yu.M. Jet vacuum pumps. - M.: Mashinostroenie, 1973. - 144 p.: ill.
- 13 Frolov E.S. Avtonomova I.V. etc. Mechanical vacuum pumps. – M.: Mashinostroenie, 1989. – 288 p.: ill.
- 14 Frolov E.S. Minaichev V.E. Vacuum technology. Handbook / under the general editorship. Frolova E.S. - M.: Mashinostroenie, 1992. - 480 p.: ill.
- 15 Zeitlin A.B. Steam jet vacuum pumps. Brochure./ - M.: Mashinostroenie, 1980. - 51 p.: ill.
- 16 Zeitlin A.B. Steam jet vacuum pumps. Book./ - M. - L.: Energia Publishing House, 1965. - 400 p.: ill.
- 17 Shubin A.V. Economic calculations in the graduation project. Guidelines for the development of the economic section of the graduation project./ - Moscow State University. G.I. Nevelskoy, 2011. - 43 p.
- 18 Yushin V.V. Lapin V.P. etc. Technique and technology of protection of the air environment. Textbook for universities. - M.: Higher school, 2005. - 391 p.: ill.
- 19 Operating manual Vacuum diffusion steam oil pump.
- 20 Operating manual Vacuum ejector steam water pump.
- 21 Federal Law No. 7-FZ of January 10, 2002, "On Environmental Protection"
- 22 GOST 12.0.004 - 90. - M.: Standards Publishing House, 1999. - 36 p.
- 23 GOST 1050 - 84. - M.: Standards Publishing House, 1989. - 85 p.
- 24 GOST 4543 - 71. - M.: Standards Publishing House, 1997. - 66 p.
- 25 <http://ru.wikipedia.org/wiki/%CD%E5%F4%F2%FC> [electronic source].
- 26 <http://referatwork.ru/new/source/19210text-19210.html> [electronic source].
- 27 <http://www.spb-mb.ru/index.php?page=25> [electronic source].
- 28 <http://www.kakprosto.ru/kak-67107-kak-rasschitat-proizvodstvennyu-sebestoimost> [electronic source].

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: программа САПР SOLID WORKS, пароструйные и диффузионные вакуумные насосы, моделирование конструкций вакуумных насосов, циклонные испарители

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ: Тарасов Валерий Васильевич, профессор МГУ им. адм. Г.И. Невельского

ПОЧТОВЫЙ АДРЕС: 690059, г. Владивосток, ул. Верхнепортовая, 50а, МГУ им. адм. Г.И. Невельского

СТАТИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ УЗЛОВ НАГРУЗКИ ПРОМЫСЛОВОЙ СЕТИ ГЛУБИННЫХ СКВАЖИН НЕФТЕГАЗОДОБЫЧИ ПРИ ПИТАНИИ ОТ ВЛ 110 КВ

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет водного транспорта»

Нижневартовский филиал ФГБОУ ВПО «Омский государственный технический университет»

БУ ВО ХМАО-Югры «Сургутский государственный университет»

**Б.В. Палагушкин, Ю.М. Денчик, Е.В. Иванова, М.Н. Иванов, М.Н. Романов,
В.Г. Сальников, Ю.Л. Иванилов, Е.Ю. Кислицин**

STATIC STABILITY OF LOAD UNITS OF THE PRODUCTION NETWORK OF DEEP WELLS OF OIL AND GAS PRODUCTION POWERED FROM 110 KV OVERHEAD LINE

Siberian State University of Water Transport (SSUWT) 33, Schetinkina St., Novosibirsk, 630099, Russia
Nizhnevartovsk branch Omsk State Technical University (OmSTU) 46, Industrialnaya St., Nizhnevartovsk, 628600, Russia

Surgut State University (SurGU) 54/1, Lenina St., Khanty-Mansiysk, 628012, Russia

Boris V. Palagushkin (Holder of an Advanced Doctorate in Engineering Sciences, Prof. of SSUWT)

Juliya M. Denchik (Ph.D. of Engineering Sciences, Assoc. Prof. of SSUWT)

Elena V. Ivanova (Holder of an Advanced Doctorate in Engineering Sciences, Prof. of SSUWT)

Mikhail N. Ivanov (Ph.D. of Engineering Sciences, Senior Lecturer of SSUWT)

Mark N. Romanov (Assoc. Prof. of SSUWT)

Vasily G. Sal'nikov (Holder of an Advanced Doctorate in Engineering Sciences, Prof. of SSUWT)

Yuriy L. Ivaniylov (Ph.D. of Engineering Sciences, Assoc. Prof. of)

Evgeniy Yu. Kislicin (Ph.D. of Engineering Sciences, Assoc. Prof. of)

ABSTRACT: The results of the study of the reserve of static stability of the complex load in the normal mode of operation of the field electrical network are presented. The sufficiency of the available reserve to ensure high-quality power supply to consumers is substantiated. Criteria of static load stability are introduced.

Keywords: *field electric network, complex load, voltage load static stability safety factor, equivalent circuit*

Изложены результаты исследования резерва статической устойчивости комплексной нагрузки при нормальном режиме работы промышленной электрической сети. Обоснована достаточность располагаемого резерва для обеспечения качественного электроснабжения потребителей. Введены критерии статической устойчивости нагрузки.

В развивающихся региональных электроэнергетических системах (ЭЭС) наблюдается усиление позиции потребителей электроэнергии в вопросах энергоэффективности, надёжности электроснабжения и устойчивости комплексной нагрузки. В значительной степени это относится к системам нефтегазовых месторождений в удалённых местностях Сибири. Неконтролируемые и не обоснованные требования к электроснабжению в свете «Доктрины энергетической безопасности Российской Федерации» [1] можно отнести к рискам в области энергетической безопасности, связанным с внутренними вызовами. Эти риски ведут к необоснованным увеличениям капитальных вложений в системы электроснабжения, удорожанию добываемых природных ресурсов и т.д.

В связи с этим принимаемые технические решения в сфере деятельности ЭЭС должны быть научно обоснованными и соответствовать действующим директивным документам [2, 4, 6, 9, 11]. При этом вопросы статической устойчивости по напряжению электроприёмников должны являться одним из основных, учитывая сложные климатические и грунтовые условия месторождений. Например, технологические нарушения режимов работы воздушных линий электропередачи (6 – 35) кВ в расчёте на 100 км составляют (6 – 7) случаев в год для районов с умеренным климатом и (20 – 30) случаев в год в районах с суровым климатом Сибири.

При этом необходимо учитывать, что электромагнитная обстановка (ЭМО) в промышленных сетях среднего напряжения нефтедобычи непрерывно усложняется. Возрастает негативное влияние кондуктивных низкочастотных электромагнитных помех (ЭМП) на работу электроприёмников [3]. Эти явления объективно связаны с тем, что поверхностные нефтеносные слои на многих месторождениях истощены. Внедряются технологии добычи нефти механизированным способом из глубоких скважин. Качественно меняется состав комплексной нагрузки из-за широкого использования электроприёмников с нелинейными вольт-амперными характеристиками и несимметричными нагрузками по фазам [7].

В связи с изложенным обостряется проблема обеспечения статической устойчивости комплексной нагрузки кустов нефтедобычи. Актуальность решения этой проблемы возрастает по мере увеличения ответственности и усложнения технологических процессов в нефтедобыче. Основным недостатком используемых в настоящее время заблаговременно определённых (на стадии проектирования) коэффициентов запаса устойчивости комплексной нагрузки по напряжению, по активной мощности и по скольжению эквивалентной асинхронной нагрузки является их завышение или занижение по сравнению с действительными значениями [3], обусловленные маловероятной информацией о критических напряжениях в узлах нагрузок промышленных сетей (6 – 10) кВ. Отсутствуют директивные документы, определяющие допустимые значения указанных коэффициентов. Наблюдается недостаточность исследований естественных запасов статической устойчивости комплексной нагрузки, которые являются критериями качества функционирования электрической сети [7].

Задачи исследования. В сложившейся ситуации необходимо повысить качество расчётного обеспечения устойчивости и экономичной работы промышленных сетей среднего напряжения. Для этого необходимо, первоначально, произвести оценку параметров устойчивости комплексной нагрузки в нормальном режиме работы промышленной сети, прежде всего, для отыскания скрытого резерва электроэнергетической системы пригодного для подавления кондуктивных низкочастотных ЭМП. Определить в условиях действующей промышленной сети 6 кВ коэффициенты запасов статической устойчивости характерной комплексной нагрузки по напряжению, по активной мощности и по скольжению эквивалентной асинхронной нагрузки. Рассчитать уровень напряжения на границе балансовой принадлежности электрооборудования сети электроснабжающей организации 110 кВ и промышленной сети. Определить резерв регулирования напряжения в этой точке электроэнергетической системы в соответствии с директивными документами.

Объект исследования. Нормальный режим работы электрической сети предопределяет отсутствие кондуктивных низкочастотных ЭМП, распространяющихся по проводам воздушной линии или жилам кабелей. Эти ЭМП, обусловленные нарушениями нормируемых ГОСТ 32144-2013 показателей качества электроэнергии, появляются в распределительных сетях, если полная мощность искажений нагрузки превышает 2% от мощности трёхфазного короткого замыкания в рассматриваемой точке сети [5, 7]. Это обстоятельство обусловило выбор подстанции 6 кВ с характерной нагрузкой в промышленных сетях Сургутского месторождения нефти, получающих питания от сети 110 кВ мощной электроэнергетической системы ОАО «Тюменьэнерго». Принципиальная схема электроснабжения узла нагрузки с высоковольтными электродвигателями приведена на рисунке 1.

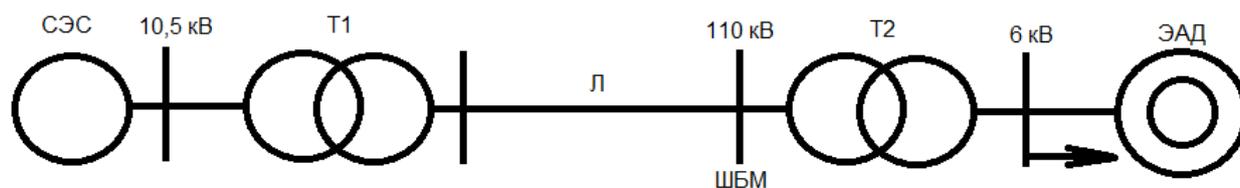


Рисунок 1 – Принципиальная схема электроснабжения эквивалентной асинхронной нагрузки: ЭАД – эквивалентный асинхронный двигатель, ШБМ – шины бесконечной мощности

В исследуемой промышленной сети электростанции собственных нужд отсутствуют. Эти электростанции широко применяются в сетях среднего напряжения (6 – 10) кВ удаленных от градообразующих центров, например, на Ямальском месторождении [7].

Особенностью выбранного узла нагрузки является наличие высоковольтных синхронных (СД) и асинхронных (АД) электродвигателей в определенном соотношении, присущем нефтедобывающей отрасли народного хозяйства. Эти СД и АД являются приводами различных технологических механизмов (насосов, компрессоров и т.д.) и вместе с другими видами нагрузок формируют состав потребителей электроэнергии. По составу электроприёмников эта нагрузка соответствует типовому составу комплексной нагрузки нефтедобычи [9], приведённой в таблице 1. Наблюдается значительное превышение электродвигательной нагрузки над другими видами нагрузок, что обуславливает допустимость эквивалентирования этой нагрузки в виде эквивалентного асинхронного двигателя, что не противоречит положениям теории статической устойчивости нагрузки.

Таблица 1 – Типовой состав комплексной нагрузки при добыче нефти

Наименование потребителей комплексной нагрузки	Численное значение, %
СД напряжением (6 – 10) кВ	3
АД напряжением (6 – 10) кВ	48
АД напряжением 0,4 кВ	30
Потери	5
Электрическое освещение	5
Прочая нагрузка	9
Итого	100

Физически и практически критическое напряжение любого узла нагрузки определяют асинхронные двигатели [3, 8].

Статические исследования параметров высоковольтных асинхронных двигателей нефтедобычи и обзор технической литературы [8] позволили получить среднее значение параметров эквивалентного асинхронного двигателя (о.е.): $K_n = 4,1$ – кратность пускового тока; $K_m = 1,7$ – кратность максимального момента; $K_{п.м.} = 0,73$ – кратность пускового момента; $\cos\varphi = 0,8$ – коэффициент мощности; $m_{сш} = 0,5$ – статический момент сопротивления.

Расчёт параметров статической устойчивости комплексной нагрузки:

Эквивалентная асинхронная двигательная нагрузка в узле промышленной сети 6 кВ полигона исследования (см. рисунок 1) фактически получает питание от шин бесконечной мощности (ШБМ) через понижающий трансформатор Т2, технические характеристики которого приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Технические характеристики понижающего трансформатора Т2: ТРДН-63000/110 (см. рисунок 1)

Номинальная мощность, МВ·А	Сочетание напряжения, кВ		Потери, кВт		Напряжение короткого замыкания, %	Ток холостого хода, %
	ВН	НН	ХХ	КЗ		
63	115	6,3	50,5	24,5	10,5	0,5

Расчёт коэффициентов запаса статической устойчивости комплексной нагрузки производим на базе идентифицированной по параметрам режима модели [6]. При этом учитываем, что при анализе режимов асинхронной нагрузки в пределах скольжения $0 \leq S \leq 1,0$ допускается применять Г-образную схему замещения [8, 10]. Схема замещения системы питания комплексной нагрузки приведена на рисунке 2. В Г-образной схеме замещения не учитываются потери в стали ротора (ΔP_c), падение напряжения от тока намагничивания в обмотке статора эквивалентного асинхронного двигателя, обуславливающего величину реактивной мощности в режиме холостого хода (Q_x) и потери активной мощности в роторе (ΔP_p), расходуемой на нагрев обмоток. Допустимость применения этой схемы обуславливается тем, что отношения $\Delta P_c/P$, Q_x/Q , $\Delta P_p/P$ (здесь P – активная мощность узла нагрузки, кВт; Q – реактивная мощность, кВАр) не превышают рекомендованной относительной ошибки расчёта параметров режима равной $\pm 0,1$.

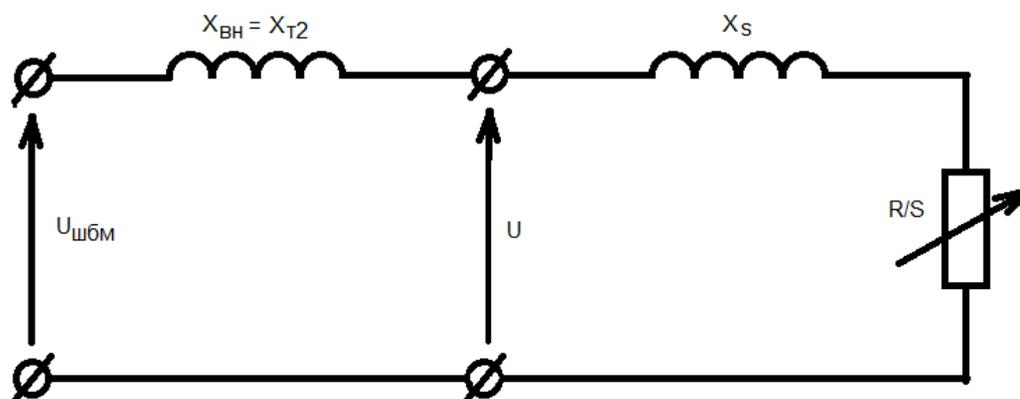


Рисунок 2 – Схема замещения системы питания комплексной нагрузки при нормальном режиме работы

При составлении схемы замещения (рисунок 2) не учитывались питающей комплексную нагрузку, так как полное сопротивление Т2 на порядок превышает сопротивление этой линии. Параметры элементов схемы замещения определены в относительных базисных единицах при базисных условиях $S_6 = 63$ МВА и $U_6 = 115$ кВ.

Индуктивное сопротивление обмотки статора составляет $X_s = 0,266$, активное сопротивление эквивалентного асинхронного двигателя – $R = 0,0424$, индуктивное сопротивление трансформатора – $X_T = 0,105$. Величина S характеризует степень отставания частоты вращения ротора ω_R эквивалентного асинхронного двигателя от частоты вращения магнитного поля статора ω и определяется по формуле [5, 7, 8]

$$S = \frac{\omega - \omega_R}{\omega}, \quad (1)$$

Алгоритм решения сформулированных задач исследования основан на известных методах теории переходных процессов в электроэнергетических системах и содержит следующие этапы расчётов [8, 10];

1 *Запас устойчивости комплексной нагрузки по напряжению.* Определяется критическое напряжение $U_{кр}$ на клеммах эквивалентного асинхронного двигателя по формуле [7, 8]

$$U_{кр} = \sqrt{2P_H X_s}, \quad (2)$$

где P_H – номинальная активная мощность эквивалентной асинхронной нагрузки в нормальном режиме работы, $P_H = 1$ о.е.

Учитывая значение X_s , получаем $U_{кр} = 0,72$. Это означает, что при снижении напряжения на 28% от номинального значения (U_H) начнётся опрокидывание (останов) асинхронных двигателей комплексной нагрузки. При этом коэффициент запаса устойчивости по напряжению комплексной нагрузки, определённый формуле [8]

$$K_{з,U} = (U_H - U_{кр})/U_H, \quad (3)$$

составляет 0,28.

2 *Запас устойчивости по скольжению эквивалентной асинхронной нагрузки.* Определяется критическое скольжение эквивалентного асинхронного двигателя по формуле [8]

$$S_{кр} = R/X_s, \quad (4)$$

При заданных значениях параметров схемы замещения, получаем $S_{кр} \approx 0,16$, то есть, если скольжение ротора превысит 16%, то начнётся процесс опрокидывания асинхронных двигателей.

Определяется номинальное скольжение ротора эквивалентного асинхронного двигателя S_H при условии $P_H = 1,0$, $U_H = 1,0$. Для решения задачи используется математическое выражение зависимости активной мощности асинхронного двигателя от скольжения S [8]

$$P = U^2 R S / (X_s^2 S^2 + R^2), \quad (5)$$

где P – активная мощность асинхронного двигателя при величине скольжения ротора S , о.е.

$$R = \text{Const}, S = \text{Const}.$$

Отсюда можем записать квадратное уравнение вида [8]

$$S^2 - \frac{U^2 R}{P X_s^2} S + \frac{R^2}{X_s^2} = 0, \quad (6)$$

В нормальном режиме работы ($U = U_H$, $P = P_H$) асинхронной нагрузки уравнение имеет два решения (два действительных корня): $S_1 = 0,05$, $S_2 = 0,55$. Однако, устойчивой работе электродвигателя соответствует только первое значение. Таким образом, $S_H = S_1 = 5\%$.

Коэффициент запаса устойчивости эквивалентной асинхронной нагрузки по скольжению, определённый по формуле [8]

$$K_{з,S} = (S_{кр} - S_H)/S_H, \quad (7)$$

составляет $K_{3,s}=2,2$.

3 *Запас устойчивости комплексной нагрузки при активной мощности на границе балансовой принадлежности электрооборудования внешней и промышленной сетей.* Полученные значения коэффициентов запаса устойчивости ($K_{3,U}$, $K_{3,s}$) отображают качественное функционирование промышленной сети в соответствии с ГОСТ Р 50397-93. Однако, они сохраняются в узле нагрузки промышленной сети, если на границе раздела балансовой принадлежности электроустановок электроэнергетической системы и промышленной сети имеется определённый запас по активной мощности. Поддержание требуемого запаса является одной из основных задач электроснабжающей организации, задачей же персонала промышленных сетей является определение оптимального запаса по мощности. В нашем случае границей балансовой принадлежности являются ШБМ сети 110 кВ. В связи с этим определяется коэффициент запаса по активной мощности в этой точке сети (см. рисунок 1).

Максимальная активная мощность асинхронной нагрузки, или так называемый опрокидывающий момент, достигается при критическом скольжении $P_{max} \approx M_{max}$. Реактивная мощность Q потребляемая эквивалентным асинхронным двигателем определяется по формуле [8]

$$Q = \frac{P}{R/S} X_s, \quad (8)$$

Напряжение на ШБМ определяется по формуле [8]

$$U_{ШБМ} = \sqrt{\left(U_H + \frac{QX_{ВН}}{U_H} \right)^2 + \left(\frac{PX_{ВН}}{U_H} \right)^2}. \quad (9)$$

В нормальном режиме работы имеем $Q = 0,31$, $U_{ШБМ} = 1,037$.

Максимальная опрокидывающая мощность эквивалентного асинхронного двигателя определяется формулой [8]

$$P_{mex} = \frac{U_{ШБМ}^2}{2(X_{ВН} + X_s)}. \quad (10)$$

При заданных значениях аргументов $P_{max} = 1,45$.

Коэффициент запаса устойчивости эквивалентной нагрузки по активной мощности, определённый по формуле [8]

$$K_{3,P} = \frac{P_{mex} - P_H}{P_H}, \quad (11)$$

составляет 0,45.

Выводы.

1 Численные значения коэффициентов запаса статической устойчивости комплексной нагрузки по напряжению ($K_{3,U} = 0,28$) и по скольжению ($K_{3,s} = 2,2$) характеризуют располагаемый запас устойчивости, который достаточен для обеспечения качественного электроснабжения потребителей согласно ГОСТ Р 50397-93. Однако, эти коэффициенты получены при обоснованном значении коэффициента запаса статической устойчивости нагрузки по активной мощности ($K_{3,P} = 0,45$) на границе балансовой принадлежности электрооборудования внешней и промышленной сетей. Рекомендуется эти параметры сохранять при усложнении электромагнитной обстановки, возникающей при внедрении мощной искажающей нагрузки (гармоническое воздействие на сеть, несимметрия токов по фазам).

2 Комплексный подход к исследованию статической устойчивости нагрузки во внешней и промышленной сетях позволяет представить полученные показатели устойчивости как критерии достаточности статической устойчивости комплексной нагрузки нефтедобычи для любых режимов работы смежных сетей.

3 Критерии, полученные на основе исследования в действующих сетях нефтедобывающего региона Сибири, отображают качественное функционирование этих сетей, специфику электроснабжения комплексной нагрузки нефтедобычи и не противоречат каким-либо требованиям директивных документов по статической устойчивости нагрузки [4, 6, 7, 11].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

REFERENCES

- 1 Доктрина энергетической безопасности Российской Федерации, Указ Президента РФ № 216 от 13.05.2019 г.
- 2 ГОСТ 32144-2013 Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения (EN 50160:2010, NEQ). – Москва: Стандартинформ, 2014 – 16 с.
- 3 Чершова В.О. Определение критических напряжений на шинах комплексной нагрузки в режиме реального времени для задач противоаварийного управления / В.О. Чершова // Науч. проблемы трансп. Сибири и Дал. Востока. - 2014. - №4. - С. 287-292.
- 4 Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей РФ. – Москва: СПО ОРГРЭС, 2003. – 172 с.
- 5 Повышение качества функционирования линий электропередачи / А.Г. Данилов, Ю.М. Денчик, М.Н. Иванов, Г.В. Ситников; под ред. В.П. Горелова и В.Г. Сальникова. – Новосибирск: Изд-во Новосиб. гос. акад. вод. трансп., 2013. – 559 с.
- 6 Правила устройства электроустановок. – Москва: Деан, 2001. – 928 с.
- 7 Денчик, Ю.М. Критерии достаточности запаса статической устойчивости комплексной нагрузки нефтедобычи для различных режимов работы системы электроснабжения / Ю.М. Денчик, Н.А. Ковалёва, Е.Ю. Кислицин, В.Г. Сальников // Науч. проблемы трансп. Сибири и Дал. Востока. – 2015. - №2. – С. 206-210.
- 8 Переходные процессы в электрических системах: сб. задач / отв. за вып. В.М. Левин. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2014. – 332 с.
- 9 РД 153-34.0-20.527-98. Руководящие указания по расчёту токов короткого замыкания и выбору электрооборудования / под ред. Б.Н. Неклепаева. – Москва: ЭНАС, 2011. – 144 с.
- 10 Закорюкин, В.П. Математические модели узлов нагрузки электроэнергетических систем, построенные на основе фазных координат / В.П. Закорюкин, А.В. Крюков, Ле Конг Зянь. – Иркутск: ИРГУПС, 2013. – 176 с.
- 11 Руководящие указания по устойчивости энергосистем. – Москва: СПО «Союзтехэнерго», 1983. – 73 с.

- 1 Energy Security Doctrine of the Russian Federation, Decree of the President of the Russian Federation No. 216 dated May 13, 2019
- 2 GOST 32144-2013 Electromagnetic compatibility of technical means. Standards for the quality of electrical energy in general-purpose power supply systems (EN 50160:2010, NEQ). – Moscow: Standartinform, 2014 – 16 p.
- 3 Chershova V.O. Determination of critical voltages on the tires of a complex load in real time for problems of emergency control / V.O. Chershova // Nauchnye problemy transporta Sibiri i Dal'nego Vostoka - 2014. - No. 4. - pp. 287-292.
- 4 Rules for the technical operation of power plants and networks of the Russian Federation. - Moscow: SPO ORGRES, 2003. - 172 p.
- 5 Improving the quality of functioning of transmission lines / A.G. Danilov, Yu.M. Denchik, M.N. Ivanov, G.V. Sitnikov; ed. V.P. Gorelova and V.G. Salnikov. - Novosibirsk: Publishing house Novosib. state acad. water. transp., 2013. - 559 p.
- 6 Rules for electrical installations. - Moscow: Dean, 2001. - 928 p.
- 7 Denchik, Yu.M. Criteria for the sufficiency of the reserve of static stability of the complex load of oil production for various modes of operation of the power supply system / Yu.M. Denchik, N.A. Kovaleva, E.Yu. Kisilitsin, V.G. Salnikov // Nauchnye problemy transporta Sibiri i Dal'nego Vostoka. - 2015. - No. 2. - pp. 206-210.
- 8 Transient processes in electrical systems: Sat. tasks / resp. for issue V.M. Levin. - Novosibirsk: Publishing house of NSTU, 2014. - 332 p.
- 9 RD 153-34.0-20.527-98. Guidelines for the calculation of short-circuit currents and the choice of electrical equipment / ed. B.N. Neklepaeva. - Moscow: ENAS, 2011. - 144 p.
- 10 Zakoryukin, V.P. Mathematical models of load nodes of electric power systems built on the basis of phase coordinates / V.P. Zakoryukin, A.V. Kryukov, Le Cong Zian. - Irkutsk: IrGUPS, 2013. - 176 p.
- 11 Guidelines for Energy System Sustainability. - Moscow: SPO "Soyuztechenergo", 1983. - 73 p.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: *промышленная электрическая сеть, комплексная нагрузка, коэффициент запаса статической устойчивости нагрузки по напряжению, схема замещения*

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ: *Палагушкин Борис Владимирович, докт. техн. наук, профессор ФГБОУ ВО «СГУВТ»
Денчик Юлия Михайловна, канд. техн. наук, доцент ФГБОУ ВО «СГУВТ»
Иванова Елена Васильевна, докт. техн. наук, профессор ФГБОУ ВО «СГУВТ»
Иванов Михаил Николаевич, канд. техн. наук, старший преподаватель ФГБОУ ВО «СГУВТ»
Романов Марк Николаевич, доцент ФГБОУ ВО «СГУВТ»
Сальников Василий Герасимович, докт. техн. наук, профессор ФГБОУ ВО «СГУВТ»
Иванов Юрий Леонидович, канд. техн. наук, доцент Нижневартковский филиал ФГБОУ ВПО «ОМГТУ»
Кислицин Евгений Юрьевич, канд. техн. наук, доцент БУ ВО ХМАО-Югры «Сургутский государственный университет»*

ПОЧТОВЫЙ АДРЕС: *630099, г. Новосибирск, ул. Щетинкина, 33, ФГБОУ ВО «СГУВТ»
628600, Тюменская область, (ХМАО-Югра), г. Нижневартовск, Западный промышленный узел,
Панель 14, ул. Индустриальная, 46, Нижневартковский филиал ФГБОУ ВПО «ОМГТУ»
628012, г. Ханты-Мансийск, ул. Ленина, 54/1, БУ ВО «СурГУ»*

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ОСВОЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПЕСКОВ НА РЕКЕ ОБИ НА ВОДНЫЕ БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ И СРЕДУ ИХ ОБИТАНИЯ

ФГБОУ ВО «СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ВОДНОГО ТРАНСПОРТА»

П.Д. Мурин

ASSESSMENT OF THE IMPACT OF THE DEVELOPMENT OF CONSTRUCTION SANDS ON THE OB RIVER ON WATER BIOLOGICAL RESOURCES AND ECOSYSTEM

Siberian State University of Water Transport (SSUWT) 33, Schetinkina St., Novosibirsk, 630099, Russia
Pavel D. Murin (Graduate student of SSUWT)

ABSTRACT: The article examines fish fauna, benthic and plankton organisms of the river Ob. The amount of damage to water biological resources caused by the project implementation is being calculated.

Keywords: Ob river, the field of construction sands, water biological resources, fish fauna, benthos, plankton, amount of damage

Рассмотрена ихтиофауна, бентические и планктонные организмы реки Оби. Вычислена величина ущерба водным биологическим ресурсам от реализации проекта.

Месторождение строительных песков расположено на территории Колыванского района Новосибирской области РФ, в 58 км севернее г. Новосибирска.

Климат района резко континентальный и характеризуется продолжительной холодной зимой с поздним наступлением тепла и ранними заморозками. Средняя годовая температура воздуха составляет 0,1°C. Средняя температура самого холодного месяца – января – составляет минус 19,3°C. Средняя температура самого теплого месяца – июля – составляет плюс 18,2°C. Средняя годовая скорость ветра – 3,5 м/с. Годовое количество осадков – 425 мм. [1]

Ведение работ по добыче строительного песка будет осуществляться в акватории реки Оби.

Река Обь – крупная река в Западной Сибири, образуется на Алтае слиянием рек Бии и Катунь. Длина Оби составляет 3650 км. Площадь водосбора 2990 тыс. кв. км. Средний годовой расход воды в районе города Новосибирска – 1620 куб. м/с. [2]

Ихтиофауна реки Оби представлена следующими видами рыб: язь (*лат. Leuciscus idus*), лещ (*лат. Abramis brama*), окунь (*лат. Perca fluviatilis*), щука (*лат. Esox lucius*), судак (*лат. Sander lucioperca*), карась (*лат. Carassius carassius*), плотва (*лат. Rutilus rutilus*), елец (*лат. Leuciscus leuciscus*), налим (*лат. Lota lota*), сибирский пескарь (*лат. Gobio gobio*), ерш (*лат. Gymnocephalus cernuus*), пелядь (*лат. Coregonus peled*), нельма (*лат. Stenodus leucichthys*), муксун (*лат. Coregonus muksun*), стерлядь (*лат. Acipenser ruthenus*), осетр сибирский (*лат. Acipenser baeri*). [3]

Осетр сибирский занесен в Красную книгу РФ.

В бассейне реки Оби кормовую базу для рыб составляют организмы зоопланктона и зообентоса.

Зоопланктонное сообщество реки Оби составляют коловратки (*лат. Rotatoria*), веслоногие ракообразные семейства *Cyclopidae* и ветвистоусые ракообразные (*лат. Cladocera*).

Основные группы бентосных организмов в реке Оби в районе работ представлены личинками насекомых отряда *Diptera* (мокрецы, мошки, хирономиды), отрядом высших раков (*лат. Amphipoda*) подотряда (*лат. Gammaridea*), а также поденками отряда *Ephemeroptera*, ручейниками (*лат. Trichoptera*), олигохетами и моллюсками. [4]

На основании Приказа Федерального агентства по рыболовству от 17.09.2009 г. №818 реку Обь можно отнести к водным объектам рыбохозяйственного значения высшей категории. [5]

Целью данной работы является выполнение анализа воздействия на водные биологические ресурсы и среду их обитания от работ по добыче строительного песка в акватории реки Оби, определить последствия негативного воздействия планируемой деятельности на их состояние, разработать мероприятия по возмещению ущерба и сохранению водных биологических ресурсов и среды их обитания.

Актуальность работы заключается в том, что в акватории многих водных объектов проводятся добычные работы нерудных строительных материалов и сопровождаются нанесе-

нием вреда водным биологическим ресурсам.

В соответствии с Федеральным законом от 20.12.2004 №166-ФЗ водные биологические ресурсы – это рыбы, водные беспозвоночные, водные млекопитающие, водоросли, другие водные животные и растения, находящиеся в состоянии естественной свободы. [6]

Месторождение строительных песков в акватории реки Оби разбито на 10 равных блоков ежегодной отработки.

Работы в русловой части реки Оби будут сопровождаться полной гибелью кормовых организмов (зообентоса). Также в период работ в русле реки будет образовываться объем повышенной мутности, в котором происходит полная гибель зоопланктона. На площади и в объеме дополнительной мутности будет происходить частичная гибель зообентоса и зоопланктона соответственно.

Расчет ущерба, наносимого водным биологическим ресурсам и среде их обитания, производился в соответствии с Методикой исчисления размера вреда, причиненного водным биологическим ресурсам, утвержденной приказом Федерального агентства по рыболовству от 25.11.2011 г. №1166. [7]

Величина общего ущерба водным биологическим ресурсам реки Оби за весь период отработки запасов строительного песка складывается из потерь от гибели кормовых организмов (зоопланктона) в объеме повышенной мутности и в объеме зоны дополнительной мутности, от гибели кормовых организмов (зообентоса) на площади нарушения русла, на площади зоны дополнительной мутности и составляет 3075,1 кг в натуральном выражении.

Для восстановления нарушенного состояния водных биологических ресурсов предлагается выполнение мероприятия по искусственному воспроизводству молоди рыб.

Согласно выполненным расчетам, количество молоди, необходимого для восстановления нарушенного состояния водных биоресурсов составляет: 159746 экземпляров осетра, или 38439 экз. нельмы, или 103539 экз. муксуна.

При реализации проектных решений и во избежание образования дополнительного ущерба рыбным запасам работы должны проводиться с соблюдением мер по сохранению водных биологических ресурсов и среды их обитания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

REFERENCES

1 ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС». – Режим доступа: <http://www.meteo-nso.ru>. – 15.02.2019 г.

2 Научно-популярная энциклопедия «Вода России». – Режим доступа: http://water-ru.ru/Водные_объекты/84/Обь. - 15.02.2019 г.

3 Ростовцев А. А. Рыбохозяйственная характеристика реки Оби. Новосибирск, 2018. – 12 с.

4 Прусевич Л. С., Зайцев В. Ф. Кормовая база рыб (зоопланктон и зообентос) в крупных водоемах Новосибирской области. Сб. // Актуальные проблемы биологии и методики ее преподавания в школе и вузе. Омск, 2012. – с. 27-35.

5 Приказ Федерального агентства по рыболовству от 17.09.2009 г. № 818 «Об установлении категорий водных объектов рыбохозяйственного значения и особенностей добычи (вылова) водных биологических ресурсов, обитающих в них и отнесенных к объектам рыболовства» // СПС «Консультант-Плюс».

6 Федеральный закон от 20.12.2004 г. № 166-ФЗ (ред. от 05.12.2017) «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов» // СПС «Консультант-Плюс».

7 Приказ Росрыболовства от 25.11.2011 № 1166 «Об утверждении Методики исчисления размера вреда, причиненного водным биологическим ресурсам» // СПС «Консультант-Плюс».

1 FGBU "West-Siberian UGMS". – Access mode: <http://www.meteo-nso.ru>. – 02/15/2019

2 Popular science encyclopedia "Voda Rossii". – Access mode: http://water-ru.ru/Water_objects/84/Ob. - 15.02.2019

3 Rostovtsev A. A. Fishery characteristics of the Ob River. Novosibirsk, 2018. - 12 p.

4 Prusevich L. S., Zaitsev V. F. Food supply of fish (zooplankton and zoobenthos) in large reservoirs of the Novosibirsk region. Sat. // Actual problems of biology and methods of teaching it at school and university. Omsk, 2012. - p. 27-35.

5 Order of the Federal Agency for Fisheries dated September 17, 2009 No. 818 "On the establishment of categories of water bodies of fishery significance and features of the extraction (catch) of aquatic biological resources living in them and classified as fishing objects" // ATP "Consultant-Plus".

6 Federal Law No. 166-FZ of December 20, 2004 (as amended on December 5, 2017) "On Fisheries and Conservation of Aquatic Biological Resources" // ATP "Consultant Plus".

7 Order of the Federal Agency for Fishery dated November 25, 2011 No. 1166 "On Approval of the Methodology for Calculating the Amount of Damage Caused to Aquatic Biological Resources" // ATP "Consultant Plus".

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

река Обь, месторождение строительных песков, водные биологические ресурсы, ихтиофауна, бентос, планктон, величина ущерба

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

Мулин Павел Дмитриевич, аспирант ФГБОУ ВО «СГУВТ»

ПОЧТОВЫЙ АДРЕС:

630099, г. Новосибирск, ул. Щетинкина, 33, ФГБОУ ВО «СГУВТ»

СОДЕРЖАНИЕ

ЭКСПЛУАТАЦИЯ И ЭКОНОМИКА ТРАНСПОРТА

TRANSPORT OPERATION AND ECONOMICS

Бердышева Ю.А., Жаркова Е.А. ВЛИЯНИЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА НА РАЗВИТИЕ ЭКОНОМИКИ СТРАНЫ	5
Мамашев Д.Р., Зачёсов А.В., Мамашева Е.Д. ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ СИСТЕМЫ НАЗЕМНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ В СИБИРСКОМ ФЕДЕРАЛЬНОМ ОКРУГЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ	7
Носов В.П., Хвостикова М.Г., Попов В.Н. АНАЛИЗ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ АО «ОСЕТРОВСКИЙ РЕЧНОЙ ПОРТ» ПО ПЕРЕГРУЗОЧНЫМ ПРОЦЕССАМ И ДОСТАВКЕ ГРУЗОВ	12
Носов В.П., Домнин А.С. ОПТИМИЗАЦИЯ ТРАНСПОРТНО- ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В АО «ТОМСКАЯ СУДОХОДНАЯ КОМПАНИЯ»	18

Yu.A. Berdysheva, E.A. Zharkova THE IMPACT OF RAIL TRANSPORT ON THE DEVELOPMENT OF THE COUNTRY'S ECONOMY	5
D.R. Mamashev, A.V. Zachyev, E.D. Mamasheva ASSESSMENT OF THE CURRENT STATE OF THE SYSTEM OF GROUND TRANSPORT INFRASTRUCTURE IN THE SIBERIAN FEDERAL DISTRICT OF THE RUSSIAN FEDERATION	7
V.P. Nosov, M.G. Khvostikova, V.N. Popov ANALYSIS OF THE ACTIVITIES OF OSETROVSKY RIVER PORT JSC ON HANDLING PROCESSES AND CARGO DELIVER	12
V.P. Nosov, A.S. Domnin OPTIMIZATION OF TRANSPORT AND LOGISTICS ACTIVITIES at JSC «TOMSK SHIPPING COMPANY»	18

СУДОВОЖДЕНИЕ

MANAGEMENT AND MAINTENANCE OF MEANS OF TRANSPORT

Сичкарев В.И., Нагорный А.С., Русмиленко Р.Д. ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ФИЛЬТРАЦИИ РАСЧЁТНЫХ ВЫСОТ ВОЛН ПО РАДИОЛОКАЦИОННОМУ ИЗОБРАЖЕНИЮ ВОЛНОВОГО ПОЛЯ	23
Сичкарев В.И., Умрихин В.П., Поминов А.Г. ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ СПЕКТРА КАЧКИ СУДНА В ЭКСПЛУАТАЦИИ НА НЕРЕГУЛЯРНОМ ВОЛНЕНИИ	28

V.I. Sichkarev, A.S. Nagorny, R.D. Rusmilenko APPLICATION OF THE METHOD OF FILTERING THE CALCULATED WAVE HEIGHTS AT THE RADAR PICTURE OF THE WAVE FIELD	23
V.I. Sichkarev, V.P. Umrikhin, A.G. Pominov FUNDAMENTALS OF TECHNOLOGY FOR OBTAINING THE PITCHING SPECTRUM OF THE VESSEL IN OPERATION ON IRREGULAR WAVES	28

ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА

HEAT POWER INDUSTRY

Тарасов В.В. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ САПР SOLID WORKS ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ВАКУУМНЫХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ УСТАНОВКИ РЕГЕНЕРАЦИИ ОТРАБОТАННЫХ МОТОРНЫХ МАСЕЛ В СУДОВЫХ УСЛОВИЯХ	33
--	----

V.V. Tarasov USED SOLID WORKS CAD SYSTEM WHEN MODELING VACUUM DEVICES FOR REGENERATING INSTALLATION OF WASTE MOTOR OILS IN SHIPS CONDITIONS	33
---	----

ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА

ELECTRIC POWER INDUSTRY

Палагушкин Б.В., Денчик Ю.М., Иванова Е.В., Иванов М.Н., Романов М.Н., Сальников В.Г., Иванилов Ю.Л., Кислицин Е.Ю. СТАТИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ УЗЛОВ НАГРУЗКИ ПРОМЫСЛОВОЙ СЕТИ ГЛУБИНЫХ СКВАЖИН НЕФТЕГАЗОДОБЫЧИ ПРИ ПИТАНИИ ОТ ВЛ 110 КВ	44
--	----

B.V. Palagushkin, J.M. Denchik, E.V. Ivanova, M.N. Ivanov, M.N. Romanov, V.G. Sal'nikov, Yu.L. Ivanilov, E.Yu. Kislicin STATIC STABILITY OF LOAD UNITS OF THE PRODUCTION NETWORK OF DEEP WELLS OF OIL AND GAS PRODUCTION POWERED FROM 110 KV OVERHEAD LINE	44
--	----

ЭКОЛОГИЯ

ECOLOGY

Мурин П.Д. ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ОСВОЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПЕСКОВ НА РЕКЕ ОБИ НА ВОДНЫЕ БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ И СРЕДУ ИХ ОБИТАНИЯ	50
--	----

P.D. Murin ASSESSMENT OF THE IMPACT OF THE DEVELOPMENT OF CONSTRUCTION SANDS ON THE OB RIVER ON WATER BIOLOGICAL RESOURCES AND ECOSYSTEM	50
--	----

ПОРЯДОК ПРИЕМА МАТЕРИАЛОВ

Уважаемые коллеги!

Редакция журнала «Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока» приглашает Вас опубликовать результаты Ваших научных исследований в очередном номере журнала. Материалы (заявку и статью) просим высылать ответственному секретарю журнала Коновалову В.В. по электронной почте: konovalov@nsawt.ru. Оригиналы по почте на адрес Университета с пометкой для Коновалова В.В.

Заявка на публикацию научной статьи

	на русском языке	на английском языке
НАЗВАНИЕ СТАТЬИ (без каких-либо сокращений и символов)		
Аннотация (до 300 знаков)		
<i>Ключевые слова</i> (от 3 до 10 слов)		
Организация (полное юридическое название и полный почтовый адрес работы каждого из авторов)		
Автор(ы) (ФИО полностью, ученая степень, занимаемая должность, числовой идентификационный номер автора: Author ID в системе РИНЦ)		
Количество ссылок на литературу		
Координаты для обратной связи (ФИО полностью, адрес электронной почты, мобильный телефон*)		

*-номер мобильного телефона необходим для оперативного решения возможных вопросов по поводу публикации и разглашению не подлежит

С условиями публикации ознакомлен(ы), представленный материал ранее не был опубликован, о рецензировании статьи компетентным по тематике статьи лицом не возражаем.

Дата

Подпись(и)

Требования к представлению материалов:

- 1 Статья (оригинал) и ее электронная версия в формате MS WORD (объем 3-5 страниц А4, шрифт Arial размер 14, одинарный интервал, поля 2 см).
- 2 Заявка (оригинал) и ее электронная версия в формате MS WORD на публикацию научной статьи.
- 3 Графический материал не подлежит правке при наборе (при выполнении рисунков поясняющий текст должен быть разборчив); размеры рисунка не более 15×15 см; глубина цвета – оттенки серого.
- 4 Ширина таблиц не более 15 см.
- 5 Все математические формулы и выражения должны быть набраны в специальном редакторе формул (Mathtype и др.), шрифт Arial.
- 6 Обязательные ссылки на список литературы выполняются сквозной нумерацией арабскими цифрами в квадратных скобках в порядке указания. На каждый указанный в списке источник должны быть ссылки в тексте статьи.

Редколлегия оставляет за собой право литературной редакции содержания статьи без согласования с автором(и)

С условиями публикации материалов можно ознакомиться у ответственного секретаря журнала Коновалова Валерия Владимировича по электронной почте: konovalov@nsawt.ru. Почтовый адрес: 630099, г. Новосибирск, ул. Щетинкина, д. 33. ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет водного транспорта», а также на интернет-странице по адресу: <http://www.ssawt.ru> в разделе «Наука-Научные издания». Для аспирантов очного отделения публикация материалов в журнале – бесплатно, в порядке очередности и актуальности.

НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ
Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока
№3-4 за 2019 год

Главный редактор – Палагушкин Б.В.

Ответственный за выпуск – Коновалов В.В.
Перевод на английский язык – Руденко К.Д.

Подписано в печать 30.12.2019 г. с оригинал-макета
Бумага офсетная №1, формат 60x84 1/8, печать трафаретная – Riso.
Усл. печ. л. 6,05; тираж 500 экз. Заказ №99
Цена свободная.

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет водного транспорта»
(ФГБОУ ВО «СГУВТ»), 630099, г. Новосибирск, ул. Щетинкина, 33, тел. (383)222-64-68,
факс (383)222-49-76

Отпечатано в издательстве ФГБОУ ВО «СГУВТ»

Свидетельство о регистрации СМИ ПИ №ФС77-22440 выдано 20.12.2005 г.

ISSN 2071-3827

Подписной почтовый индекс 62390