

УДК 004.8:656.614(3) (985)

Е.Ю. Соболевская, С.В. Глушков, Н.Г. Левченко
**АРХИТЕКТУРА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ
ОРГАНИЗАЦИИ АРКТИЧЕСКИХ МОРСКИХ ГРУЗОПЕРЕВОЗОК**

*Владивостокский государственный университет экономики и сервиса,
Владивосток, Россия*

*Морской государственный университет им. адм. Г.И. Невельского,
Владивосток, Россия*

Проведен анализ программных средств, предназначенных для управления процессами морских грузоперевозок. Выявлен ряд недостатков в существующем программном обеспечении, используемом для организации работы в специфических районах плавания, таких как Северный морской путь: отсутствие систем поддержки принятия решения, отсутствие анализа для расчета времени и стоимости доставки груза. Разработана архитектура интеллектуальной системы организации морских грузоперевозок с учетом сложных условий плавания в Арктике. Разработаны архитектуры двух модулей: расчет стоимости морских грузоперевозок; расчет и анализ безопасного и более быстрого маршрута в зависимости от месяца (времени года). Рассмотрен процесс имитационного моделирования, основу которого составляют методы искусственного интеллекта – нейронная сеть, экспертные системы, математический аппарат нечеткой логики. Архитектура интеллектуальной системы организации морских грузоперевозок при удачной реализации позволит: предоставить руководящему составу судоходной компании прогнозную аналитику; осуществить поддержку принятия решения; проводить мониторинг процесса перевозки груза в режиме реального времени; проводить схемы расчетов эффективного использования ледоколов; производить расчет оптимального пути доставки; предоставлять по требованию онлайн прогноз процесса перевозки на определенный момент времени, минимизировать стоимость доставки груза, время задержки в пути, риски по сохранности груза.

Ключевые слова: морские грузоперевозки, Северный морской путь, Арктика, интеллектуальные системы, имитационное моделирование.

Введение. В Арктической зоне России проходят перспективные транспортные, в том числе транзитные, коридоры, которые при условии эффективно выстроенной системы управления и современной модернизации инфраструктуры, в ближайшее время могут стать ключевым звеном в обеспечении устойчивого и геополитически независимого развития страны [1].

Качественные транспортные услуги являются залогом успешного развития экономики страны в целом, тем более в отдаленных и таких труднодоступных ее регионах как Арктика. Обеспечение доставки груза в полярных условиях зависит от многих трудноразрешимых обстоятельств [2]: суровые климатические условия; наличие льдов, покрывающих северные районы в течение большей части года, которые

создают препятствия для судоходства; опасность загрязнения морской среды, которая могла бы нанести тяжелый вред экологическому равновесию; отсутствие инфраструктуры, обеспечивающей процессы грузоперевозок.

Анализ программных средств. Проведенный анализ существующих программных средств и информационных ресурсов в сфере морских грузоперевозок представляет:

– Каботаж - программа для учета морских перевозок каботажных контейнеров и грузов, используется для учёта каботажных морских грузов, отправляемых на север России.

– Морской рейс - контейнеры - программа для учета морских перевозок контейнеров и грузов на море и с моря (экспорт/импорт).

– MultiMix - программа для упаковка грузов в ящики, поддоны и другие тары. Выполняет расчёт загрузки поддонов в транспортное средство.

– Packer3d - программа рассчитывает оптимальную схему размещения грузов, создание базы данных грузов, формирование 3D плана заполнения транспортного средства грузом.

– Magaya Cargo - программа обеспечение логистики, предназначенное для Международных Грузовых Экспедиторов.

– CargoWiz - программа для планирования погрузки.

Для анализа «качества программных средств» и выделения критериев оценивания за основу был взят ГОСТ 28806–90 «Качество программных средств. Термины и определения» [3]:

– функциональность - совокупность свойств программного средства, определяемая наличием и конкретными особенностями набора функций, способных удовлетворять заданные или подразумеваемые потребности [3];

– надежность - совокупность свойств, характеризующая способность программного средства сохранять заданный уровень пригодности в заданных условиях в течение заданного интервала времени [3];

– удобство использования - совокупность свойств программного средства, характеризующая усилия, необходимые для его использования, и индивидуальную оценку результатов его использования заданным или подразумеваемым кругом пользователей программного средства [3];

– эффективность - совокупность свойств программного средства, характеризующая те аспекты его уровня пригодности, которые связаны с характером и временем использования ресурсов, необходимых для заданных условий функционирования [3];

– сопровождаемость - совокупность свойств программного средства, характеризующая усилия, которые необходимы для его модификации [3];

– мобильность - совокупность свойств программного средства, характеризующая приспособленность для переноса из одной среды функционирования в другие [3].

Представленные программные средства оцениваются по пятибалльной шкале: 5 - полностью соответствует критерию, 4 – достаточно соответствует критерию, 3 - частично соответствует критерию, 2 - соответствует критерию, 1 - не соответствует критерию.

Результат сравнительного анализа, рассмотренных выше программных средств, представлен в таблице 1.

Таблица 1 - Анализ программного обеспечения, используемого в организации и управлении морскими перевозками

Название программы	Функциональность	Надежность	Удобство использования	Эффективность	Сопровождаемость	Мобильность
Каботаж	3	3	3	3	4	4
Морской рейс - контейнеры	3	3	3	3	4	4
MultiMix	3	4	2	2	1	1
Packer3d	3	4	3	3	4	4
CargoWiz	4	3	2	2	1	1
Magaya Cargo	4	3	2	3	1	1

Так же проведен сравнительный анализ программных средств из таблицы 1. Выделены критерии для потребителя и судоходной компании в сфере морских грузоперевозок, которые представлены в таблице 2. Оценивание программных средств проводилось по двум показателям: «+» - присутствует, «-» - отсутствует.

Таблица 2 - Анализ программного обеспечения по критериям для пользователей

Название программы	Интуитивно понятный интерфейс	Поддержка ГОСТ	Online доступ	Аналитическая составляющая	Отслеживание груза online	Online расчет затрат	Мультиязычность
Каботаж	+	+	-	-	-	-	-
Морской рейс - контейнеры	+	+	-	-	-	-	-
MultiMix	-	-	-	-	-	-	-
Packer3d	+	+	-	-	-	-	-
CargoWiz	-	-	-	-	-	-	-
Magaya Cargo	-	-	+	-	-	-	-

В итоге анализа состояния программных средств в данной сфере стала очевидной необходимость разработки интеллектуальной системы для морских грузоперевозок в Арктике и субарктической зоне в целом, так как не одно из выше перечисленных программных средств, не позволяет генерировать прогнозную аналитику и даже производить расчеты стоимости морских грузоперевозок в условиях Арктики в режиме реального времени с учетом различных факторов.

Обоснование необходимости разработки интеллектуальной системы. Учитывая большое множество факторов, участвующих и влияющих на процесс грузоперевозки, и то, что данные носят размытый характер, и размерность задачи велика, в связи с этим при разработке системы необходимо прибегнуть к интеллектуальным технологиям.

В связи с этим обработка информации приобретает новый смысл, а именно обработка и использование накопленных знаний экспертов – специалистов в сфере судовождения и морских грузоперевозок.

Таким образом, появляется потребность в разработке:

– Экспертных систем – класса программных систем, аккумулирующих знания специалистов в конкретных предметных областях и тиражирующих эмпирический опыт для консультаций менее квалифицированных пользователей [4]. Появляется такое понятие, как онтология знаний. Важным компонентом экспертной системы является база знаний, которая обладает такими определениями, как полнотой и непротиворечивостью представленных в ней знаний, для получения качественных управленческих решений.

– Систем поддержки принятия решений – интерактивных автоматизированных информационно-аналитических систем, которые помогают лицу, принимающему решения, использовать слабо формализованные данные и модели для решения его профессиональных задач [4].

– Самообучающихся систем, основанных на методах автоматической классификации примеров ситуаций реальной практики [4].

– Интеллектуальных систем – автоматизированных систем, основанных на знаниях, или комплекса программных, лингвистических и логико-математических средств для реализации основной задачи – осуществления поддержки деятельности человека и поиска информации в режиме продвинутого диалога на естественном языке [4].

Разработка и внедрение интеллектуальной системы для организации и управления морскими грузоперевозками позволят формализовать знания и автоматизировать процесс принятия решения. Это в свою очередь позволит обеспечить:

Для потребителя:

- Онлайн расчет стоимости грузоперевозки и сроков доставки с учетом особенностей груза.
- Отслеживание в режиме реального времени по пути следования груза в интерактивных картах с эффективной визуализацией.
- Онлайн заполнение необходимых документов для отправки груза.
- Наличие мультязыкового интерфейса сервиса.
- Заказ и расчет стоимости сопровождения ледокола для самостоятельных перевозок по территории Арктики и субарктическом районе.

Для судоходной компании:

- Разработку новых проводов по Северному морскому пути (СМП).
- Расчет стоимости сопровождения ледоколов.
- Расчет и анализ эффективности новых маршрутов перевозки.
- Расчет и анализ безопасного и более быстрого маршрута в зависимости от месяца (времени года).

Исходя из перечисленных выше задач, для интеллектуальной системы, необходимо сформировать семантическую сеть в общем виде, которая покажет информационную модель предметной области (Рисунок 1).

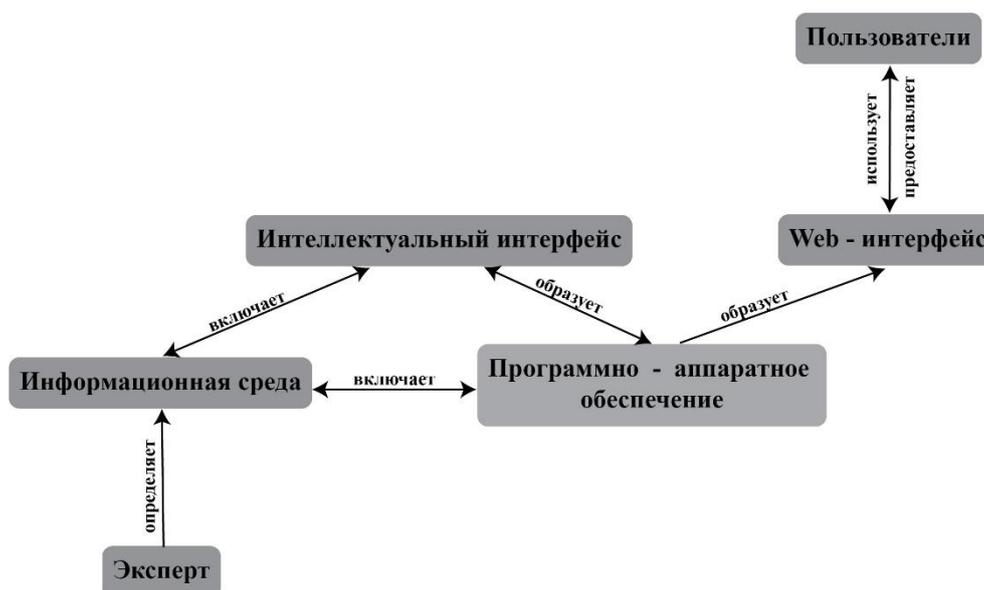


Рисунок 1 - Семантическая сеть для организации морских перевозок грузов на основе интеллектуальных систем

На основе этой семантической сети была разработана архитектура интеллектуальной системы для организации морских перевозок грузов (Рисунок 2).

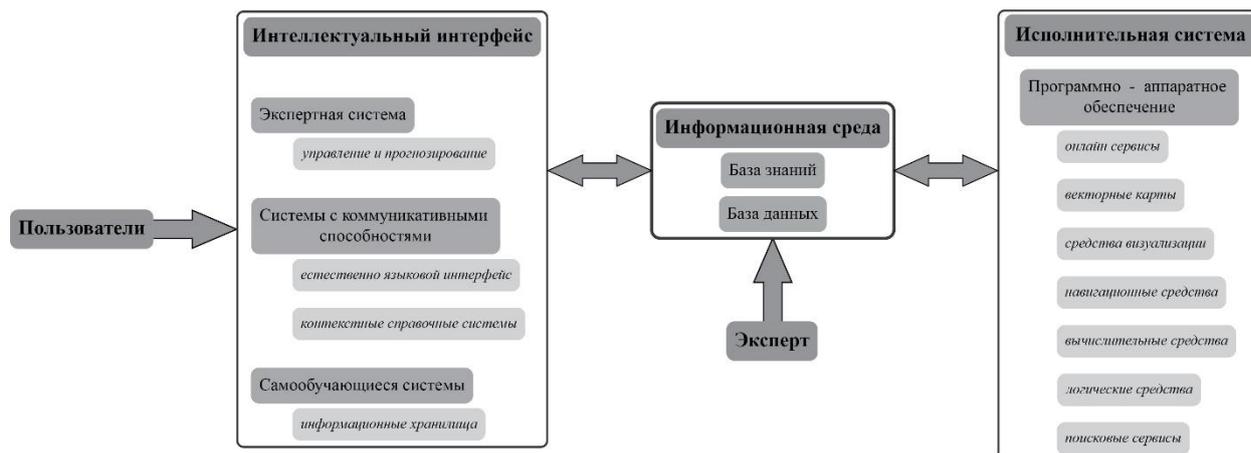


Рисунок 2 – Архитектура интеллектуальной системы организации морских перевозок грузов

Так же необходимо разработать архитектуры модулей для: расчета стоимости морских грузоперевозок; онлайн расчета сроков доставки; отслеживание в режиме реального времени следование груза в интерактивных картах с эффективной визуализацией; онлайн заполнение необходимых документов сопровождающих груз; формирование заказа и расчета стоимости сопровождения ледокола для самостоятельных перевозок по СМП; расчет и анализ эффективности новых маршрутов перевозки; расчет и анализ безопасного и более быстрого маршрута в зависимости от месяца (времени года).

Разработаны архитектуры двух модулей: расчет стоимости морских грузоперевозок; расчет и анализ безопасного и более быстрого маршрута в зависимости от месяца (времени года), которые представлены на Рисунках 3 и 4.

Предложенная архитектура модуля расчета стоимости морских грузоперевозок позволит рассчитывать стоимость морских грузоперевозок в условиях Арктики и субарктических районов, в зависимости от вида груза, от типа судна, особенностей перевалки груза, сезонности, плотности грузопотока и других факторов.

Архитектура модуля расчета и анализа маршрута морских грузоперевозок в арктических условиях позволит прогнозировать более безопасный и быстрый маршрут в зависимости от сезона, которая сможет уменьшить риски при морской грузоперевозке.

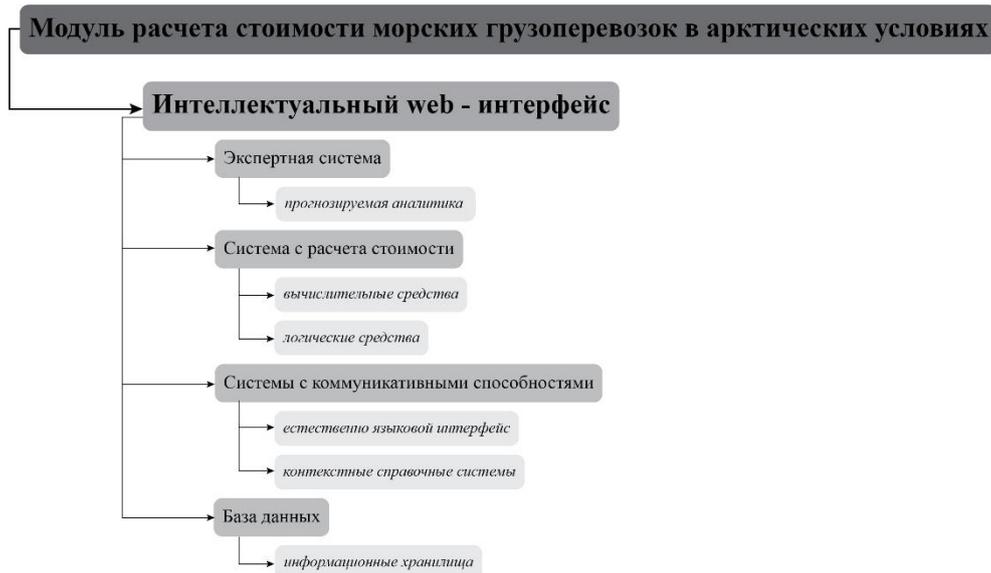


Рисунок 3 – Архитектура модуля интеллектуальной информационной системы для расчета стоимости морских грузоперевозок в арктических условиях

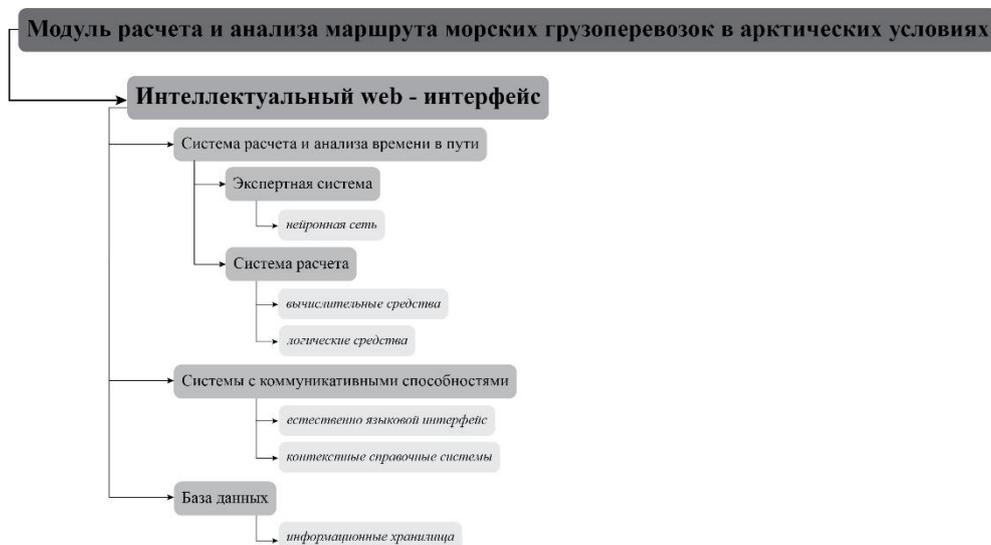


Рисунок 4 – Архитектура модуля интеллектуальной информационной системы для расчета и анализа маршрута морских грузоперевозок в арктических условиях

При анализе архитектур этих двух модулей, становится очевидно, что главный компонент – это экспертная система, так как именно из нее будут браться данные для дальнейших расчетов, анализа и прогнозирования, которые требуют более сложного интеллектуального подхода, такого как методы искусственного интеллекта, то есть использование экспертных систем, нечеткой логики, генетических алгоритмов.

В наши дни становится все более очевидным, что ни один из отдельно взятых методов искусственного интеллекта не позволяет успешно справиться со всеми проблемами управления [5].

Лучше всего проявляет себя комбинация методов. Это означает, что очень важно иметь представление об интеллектуальных методах, знать преимущества и недостатки каждой технологии, чтобы использовать их должным образом [5].

Следовательно, некоторые блоки можно объединить, как представлено на Рисунке 5, что позволит упростить архитектуру представленных двух модулей и объединить их в единую детализированную архитектуру.

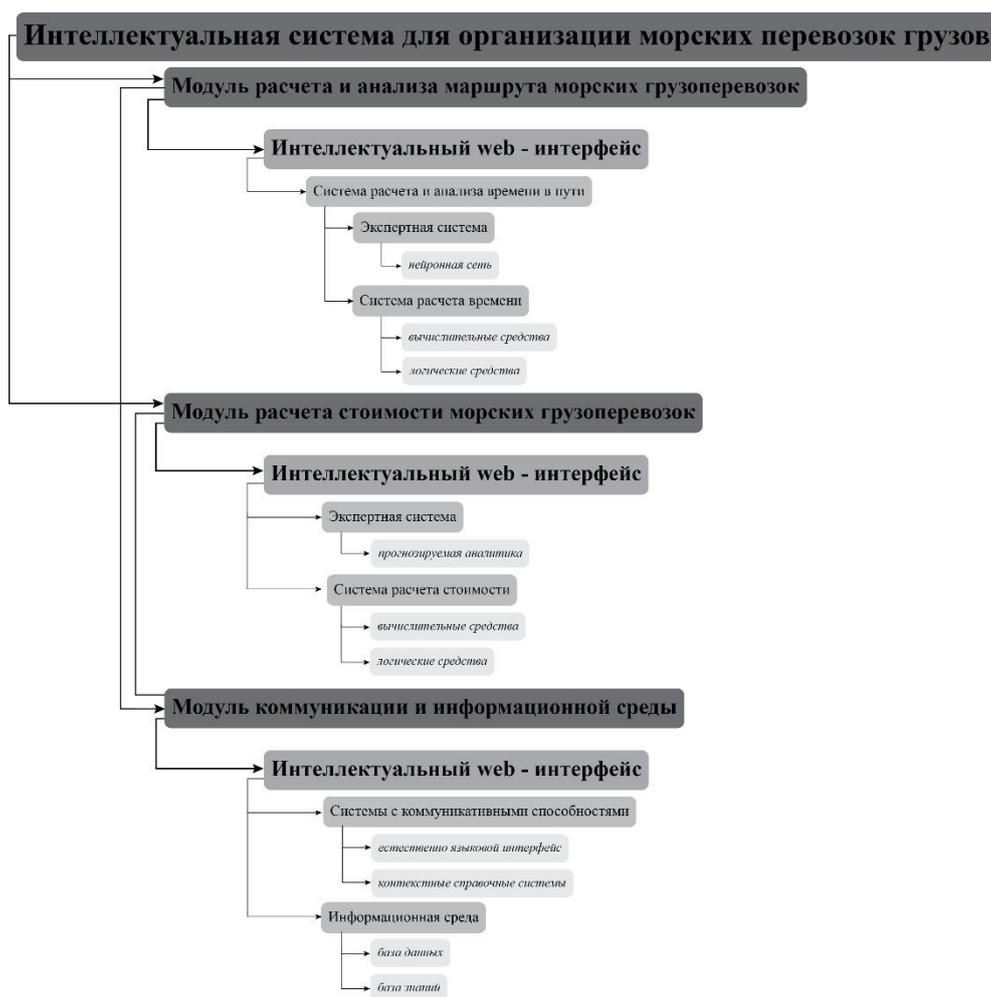


Рисунок 5 – Частичная композиция архитектуры интеллектуальной системы для организации морских перевозок грузов

Детализация модулей и их объединение наглядно показывают, какие блоки едины, а какие требуют особого внимания при дальнейшей разработке.

В дальнейшем при разработке архитектур всех необходимых модулей, конечная архитектура интеллектуальной системы для организации и управления морскими перевозками грузов претерпит значительные изменения.

Следующим этапом будет имитационное моделирование, в процессе которого возможно использование аналитического или смешанного моделирования. Этапы имитационного моделирования (разработка математической модели, сам процесс имитации, анализ полученных результатов), определяют необходимость в разработке математической модели, для реализации которой требуется использование реальных данных.

Для исследования информационной системы, изучения ее свойств, прогнозирования поведения используют метод моделирования, включающий построение модели [6]. Так как модель – это условный образ объекта исследования, имеющий сходство с прототипом, который служит средством описания, объяснения и прогнозирования поведения прототипа [7].

В дальнейшем планируется реализация имитационной модели, основой которой является искусственный интеллект – нейронная сеть, требующая для обучения реальные данные. Это позволит в итоге получить интеллектуальную систему максимально достоверную для поддержки процесса принятия решения, аналитики. Также обученная система поможет прогнозировать и сокращать риски уже на новых данных.

Искусственный интеллект позволяет обрабатывать одновременно большое количество информации при этом процесс обработки занимает незначительное время по сравнению с обычным имитационным моделированием. На Рисунке 6 показана общая схема проведения имитационных экспериментов с применением интеллектуальной системы [7].



Рисунок 6 - Схема проведения имитационных экспериментов

На вход интеллектуальных систем поступают результаты имитационных экспериментов, которые осуществляют анализ и предлагают на выбор несколько вариантов решений. Далее эксперты могут остановить свой выбор на более рациональном решении, либо провести

перенастройку параметров, руководствуясь результатами интеллектуального анализа, и продолжить эксперимент.

Заключение. Непосредственная реализация в удобной для конечного пользователя форме, а учитывая современные реалии, всей интеллектуальной системы будет выполнена посредством web-технологий. Web-интерфейс позволит в режиме реального времени осуществлять: поддержку принятия решения; мониторинг процесса перевозки груза в режиме реального времени; схемы расчетов эффективного использования ледоколов; расчет оптимального пути доставки; предоставлять по требованию онлайн прогноз процесса перевозки на определенный момент времени и т.д.

В тоже время реализация интеллектуальной системы посредством web-интерфейса позволит следовать современным международным условиям сотрудничества.

Данная интеллектуальная система организации и управления морскими перевозками грузов с учетом арктических условий, позволит, прежде всего, предоставить руководящему составу судоходной компании прогнозируемую аналитику, чтобы своевременно принимать эффективные решения для дальнейшего развития деятельности и привлечь потребителей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Официальный сайт Арктического и Антарктического научно-исследовательского института. - [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.aari.nw.ru>
2. Лентарев А.А., Левченко Н.Г. Перспективы использования интеллектуальных систем в управлении Северным морским путем. Морские интеллектуальные технологии. Научный журнал № 3 (33) Т1 2016. С. 355-359
3. ГОСТ 28806-90 Качество программных средств. Термины и определения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200009077>
4. Остроух А.В., Интеллектуальные системы - Учебное пособие [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://lib.madi.ru/fel/fel1/fel16E379.pdf>
5. Глушков С.В., Левченко Н.Г. Аспекты применения интеллектуальных информационных технологий в управлении на морском транспорте. Морские интеллектуальные технологии. Научный журнал № 3 (33) Т1 2016. С. 325-332

6. Шумский А.А., Шелупанов А.А. Основы системного анализа. Учебное пособие. Томск: В-Спектр, 2007. – 218 с.
7. Левченко Н.Г., Сясин Д.Ю. Аспекты построения информационной системы предприятия водного транспорта. Эксплуатация морского транспорта. Научный сборник. № 3(61) 2010 С. 3-8
8. Cargo Wiz [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.softtruck.com/>
9. Dr. Bjorn Gunnarsson. Managing Director, Centre for High North Logistics (CHNL) Nord University, Norway. Future Development of the Northern Sea Route. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.maritime-executive.com/editorials/future-development-of-the-northern-sea-route>
10. Magaya Cargo System [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://siconcrm.com/magaya-cargo-system/>
11. MultiMix [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.multiscience.de/>
12. Джарратано Джозеф, Райли Гари. Экспертные системы: принципы разработки и программирование. / Джозеф Джарратано, Гари Райли. - М.: ООО «Издательский дом «Вильямс», 2007. - 1152 с.
13. Кузьмин Г.М. О сборах и платежах за проход Северным морским путём. Вестник транспорта 7/2010 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.transrus.ru/vestnik>
14. Программы для перевозок [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://zhikharev.weebly.com/progs.html>
15. Packer3d [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.packer3d.ru/>

E.Y. Sobolevskaya, S.V. Glushkov, N.G. Levchenko
**ARCHITECTURE OF INTELLIGENT SYSTEM OF ORGANIZATION
OF ARCTIC MARITIME CARGO TRANSPORTATION**

*Vladivostok State University of Economics and Service, Vladivostok, Russia
Maritime State University. adm. GI Nevelskogo,
Vladivostok, Russia*

The analysis of the software intended for management of sea freight transportation processes is has been carried out. A number of shortcomings have been identified in the existing software used to organize work in specific navigation areas, such as the Northern Sea Route: lack of decision support systems, lack of analysis to calculate time and cost of cargo delivery. The architecture of an intelligent system for the organization of sea freight traffic has been developed, taking into account the difficult conditions of navigation in the Arctic. The architectures of two modules have been developed: calculation of the cost sea cargo transportation; calculation and analysis of a safe and faster route depending on the month

(time of year). The process of simulation modeling is based on the methods of artificial intelligence - the neural network, expert systems, the mathematical tool of fuzzy logic. The architecture of the intellectual system of organization of sea freight traffic with a successful implementation will allow: to provide the senior management of the shipping company with a predictable analytics; to support decision-making; to monitor the process of cargo transportation in real time; to carry out schemes for calculating the effective use of icebreakers; to calculate the best possible way of delivery; to provide on-demand online forecast for transportation at a certain point in time, minimize the cost of shipping, delay in transit, risks to cargo safety.

Keywords: sea cargo transportation, Northern Sea Route, Arctic, intellectual systems, simulation modeling.

REFERENCES

1. Ofitsial'nyy sayt Arkticheskogo i Antarkticheskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta. [Elektronnyy resurs] – Rezhim dostupa: <http://www.aari.nw.ru>
2. Lentarev A.A., Levchenko N.G. Perspektivy ispol'zovaniya intellektual'nykh sistem v upravlenii Severnym morskim putem. Morskie intellektual'nye tekhnologii. Nauchnyy zhurnal No. 3 (33) Vol.1 2016. pp. 355-359
3. GOST 28806-90 Kachestvo programmnykh sredstv. Terminy i opredeleniya [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <http://docs.cntd.ru/document/1200009077>
4. Ostroukh A.V., Intellektual'nye sistemy - Uchebnoe posobie [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <http://lib.madi.ru/fel/fel1/fel16E379.pdf>
5. Glushkov S.V., Levchenko N.G. Aspekty primeneniya intellektual'nykh informatsionnykh tekhnologiy v upravlenii na morskoy transporte. Morskie intellektual'nye tekhnologii. Nauchnyy zhurnal No. 3 (33) Vol.1 2016. pp. 325-332
6. Shumskiy A.A., Shelupanov A.A. Osnovy sistemnogo analiza. Uchebnoe posobie. Tomsk: V-Spektr, 2007. – 218 s.
7. Levchenko N.G., Syasin D.Yu. Aspekty postroeniya informatsionnoy sistemy predpriyatiya vodnogo transporta. Ekspluatatsiya morskogo transporta. Nauchnyy sbornik. No. 3(61) 2010 pp. 3-8
8. Cargo Wiz [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <http://www.softtruck.com/>
9. Dr. Bjorn Gunnarsson. Managing Director, Centre for High North Logistics (CHNL) Nord University, Norway. Future Development of the Northern Sea Route. [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <https://www.maritime-executive.com/editorials/future-development-of-the-northern-sea-route>
10. Magaya Cargo System [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <http://siconcrm.com/magaya-cargo-system/>
11. MultiMix [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <http://www.multiscience.de/>

12. Dzharratano Dzhozef, Rayli Gari. Ekspertnye sistemy: printsipy razrabotki i programmirovaniye. / Dzhozef Dzharratano, Gari Rayli. M.: OOO «Izdatel'skiy dom «Vil'yams», 2007. 1152 p.
13. Kuz'min G.M. O sborakh i platezhakh za prokhod Severnym morskim putem. Vestnik transporta 7/2010 [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <http://www.transrus.ru/vestnik>
14. Programmy dlya perevozok [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <http://zhikharev.weebly.com/progs.html>
15. Racker3d [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <http://www.packer3d.ru/>