

ISSN 2220-0983

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
НАВИГАЦИОННО-ГИДРОГРАФИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

42/2015

# НАВИГАЦИЯ И ГИДРОГРАФИЯ



Санкт-Петербург

**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
НАВИГАЦИОННО-ГИДРОГРАФИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**

---

**НАВИГАЦИЯ И ГИДРОГРАФИЯ**

ИЗДАЕТСЯ С 1995 ГОДА

**42  
2015**

**МИНИСТЕРСТВО ОБОРОНЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

---

Санкт-Петербург

**Главный редактор  
А. Ф. Зеньков**

**Редакционная коллегия:**

д. в. н., проф. П. Г. Бродский (заместитель главного редактора),  
д. т. н. П. И. Малеев (научный редактор); к. г.-м. н. И. Ю. Бугрова (редактор);  
к. в. н. В. Ю. Бахмутов (ответственный за выпуск);  
д. т. н., профессор Э. С. Зубченко, д. в. н., проф. А. И. Исмаилов;  
д. в. н., проф. В. А. Катенин; к. т. н. Н. И. Леденёв; д. т. н. С. И. Мاستрюков;  
д. т. н., проф. Н. Н. Неронов; акад. РАН В. Г. Пешехонов;  
к. в. н. Ю. В. Румянцев; чл.-кор. РАН А. И. Сорокин;  
д. т. н., профессор К. Г. Ставров; к. т. н. В. А. Титлянов,  
к. т. н. А. М. Шарков, д. ф.-м. н., профессор Г. Г. Шукин

Журнал «Навигация и гидрография» включен в «Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание учёной степени доктора наук»

Электронная версия журнала размещена на сайте [www.gningi.ru](http://www.gningi.ru)

**© Открытое акционерное общество  
«Государственный научно-исследовательский  
навигационно-гидрографический институт»  
2015**

**THE STATE RESEARCH NAVIGATION-HYDROGRAPHIC  
INSTITUTE**

---

---

**NAVIGATION AND HYDROGRAPHY**

PUBLISHED SINCE 1995

**42  
2015**

**RUSSIAN FEDERATION MINISTRY OF DEFENCE**

---

---

Saint-Petersburg

## **Editor-in-chief**

**A. Zenkov**

## **Editorial board**

P. Brodsky, DSc, professor (vice-editor-in-chief);  
P. Maleyev, DSc (science editor); I. Bugrova (editor), CandSc;  
V. Bakhmutov (the issue manager), CandSc;  
E. Zubchenko, DSc, professor; A. Ismailov, DSc, professor;  
V. Katenin, DSc, professor; N. Ledenev, CandSc; S. Mastryukov, DSc;  
N. Neronov, DSc, professor; V. Peshekhonov, DSc, Acad. RAS;  
Yu. Rummyantsev, CandSc; A. Sorokin, DSc, CM RAS; K. Stavrov, DSc, professor;  
V. Titlyanov, CandSc; A. Sharkov, CandSc; G. Shchukin, DSc, professor

© **Open Joint Stock Company**  
**«The State Research Navigation-Hydrographic Institute»**

**2015**

---

## СОДЕРЖАНИЕ

### НАВИГАЦИЯ

- Пути совершенствования автоматизированной системы обеспечения  
ВМФ цифровой картографической информацией (АСО ВМФ ЦКИ).  
В. А. Титлянов, А. А. Якушев, М. Ю. Смирнов..... 7
- Современные подходы к решению проблем обеспечения  
безопасности плавания судов и кораблей в Арктике. П. Г. Бродский,  
Ю. В. Румянцев, А. Н. Лукин ..... 12

### ГИДРОГРАФИЯ И МОРСКАЯ КАРТОГРАФИЯ

- Выявление перспективных направлений развития средств и  
способов обследования морского дна на основе анализа патентной  
информации. П. Г. Бродский, В. П. Леньков, А. Б. Федоров ..... 20
- Безинтерполяционный метод определения на картах границ опасных  
участков морского дна. А. М. Абрамов. .... 27

### ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ

- Состояние и перспективы развития метеорологической спутниковой  
системы. А. Б. Лебедев, Д. М. Караваев, Г. Г. Шукин ..... 32
- Что такое прогноз погоды? Ю. Н. Жуков..... 39
- Ветер как понятие. Ю. Н. Жуков..... 46

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ ..... 52

РЕФЕРАТЫ ..... 55

## C O N T E N T S

### NAVIGATION

- Ways to Improve the Automated System Providing the Navy with Digital Cartographic Information (DCI).** V. A. Titlyanov, A. A. Yakushev, M. Y. Smirnov .....7
- Present-Day Approaches to Solving the Problems of Navigation Safety Provision for Vessels and Ships in the Arctic.** P. G. Brodsky, Y. V. Rummyantsev, A. N. Lukin ..... 12

### HYDROGRAPHY AND MARINE CARTOGRAPHY

- Revealing the Perspective Directions of Development for Means and Methods of Sea Bottom Investigation Based on the Patent Information Analysis.** P. G. Brodsky, V. P. Lenkov, A. B. Fedorov ..... 20
- Noninterpolation Method of Determining the Limits of Dangerous Sea Bottom Areas on Charts.** A. M. Abramov. ....27

### HYDROMETEOROLOGY

- State and Prospects of Development for Meteorological Satellite Systems.** A. B. Lebedev, D. M. Karavayev, G. G. Shchukin ..... 32
- The Weather Forecast. What is it?** Y. N. Zhukov ..... 39
- Wind as a Notion.** Y. N. Zhukov ..... 46

### INFORMATION ABOUT AUTHORS ..... 52

### ABSTRACTS ..... 55

---

# НАВИГАЦИЯ

---

УДК 355:528:656.052.1

## **ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВМФ ЦИФРОВОЙ КАРТОГРАФИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИЕЙ (АСО ВМФ ЦКИ)**

**В. А. ТИТЛЯНОВ, А. А. ЯКУШЕВ, М. Ю. СМИРНОВ**  
(ОАО «ГНИНГИ»)

*Рассмотрен принцип построения автоматизированной системы обеспечения ВМФ цифровой картографической информацией и порядок ее функционирования. Обсуждаются проблемы создания картографического сервера для кораблей и судов ВМФ, сформулированы основные технические требования по его разработке и созданию.*

В современных условиях электронная картография отнесена к приоритетным направлениям развития техники ВМФ. Роль электронных карт в автоматизации процессов управления силами ВМФ определяется тем, что они могут являться картографической основой геоинформационных систем (ГИС). Электронные карты в ВМФ используются:

- в корабельных электронных навигационных информационных системах;
- в корабельных автоматизированных системах управления (АСУ) и системах отображения обстановки;
- в автоматизированных системах планирования и боевого управления;
- в средствах автоматизации гидрографических, океанографических и других специальных работ;
- в системах навигационно-гидрографического обеспечения задач, стоящих перед кораблями и судами ВМФ, и требующих сложного, высокоточного и оперативно-го обеспечения;
- в системах гидрографической и гидрометеорологической разведки;
- в системах управления движением кораблей и судов;
- в тренажерной технике и др.

Важным результатом развития электронной картографии в нашей стране является создание в рамках ОКР «Багрень-2» (2009 г.) автоматизированной системы обеспечения ВМФ цифровой картографической информацией (АСО ВМФ ЦКИ) (разработчик: ЗАО «Транзас», в настоящее время – АО «Кронштадт») г. Санкт-Петербург) [1].

Основной задачей при разработке АСО ВМФ ЦКИ стало повышение эффективности обеспечения штабов, пунктов управления, кораблей и судов ВМФ цифровой картографической информацией (ЦКИ) за счет автоматизации процессов сбора, учета, обработки, обеспечения хранения, в том числе тиражирования и доведения цифровой картографической информации до потребителя [2].



АСО ВМФ ЦКИ была построена как система с четко разграниченными полномочиями между иерархическими уровнями управления, с обеспечением взаимодействия по вертикали и горизонтали как внутри, так и между подсистемами. Основная задача этой системы – автоматизация деятельности органов управления ВМФ на основе использования ЦКИ<sup>1</sup>.

В основу построения архитектуры АСО ВМФ ЦКИ был положен принцип многоуровневой обработки информации. В настоящее время в системе используются три уровня обработки:

- центральный;
- региональный (береговой);
- корабельный (потребителя).

Центральный уровень обработки в АСО ВМФ ЦКИ является высшим. Он обеспечивает сбор, загрузку, учет и накопление ЦКИ как от органов картографического производства ВМФ, так и от сторонних организаций-производителей картографической информации.

Региональный уровень обработки является промежуточным и обеспечивает: загрузку, учет и накопление ЦКИ своего региона.

Корабельный уровень, являясь низшим в АСО ВМФ ЦКИ, реализует автоматизированное формирование запросов от корабельных потребителей на обеспечение последних ЦКИ (пособиями для мореплавателей) и может быть представлен комплексами средств автоматизации пользователя (КСАП) или картографическими серверами с функциями КСАП [3].

Запрос на предоставление ЦКИ формируется:

- в комплексе средств автоматизации пользователя корабля<sup>2</sup>;
- в береговом комплексе средств автоматизации пользователя соединения кораблей;
- в комплексе средств автоматизации регионального центра обеспечения ЦКИ;
- в центральном комплексе средств автоматизации ВМФ с удаленных автоматизированных рабочих мест, развернутых в соответствующих системах передачи данных.

По отдельному запросу зарегистрированный потребитель ЦКИ может быть поставлен на абонентское обслуживание, предусматривающее:

- автоматическое обеспечение потребителя корректурными наборами данных к выданным ранее базовым ячейкам<sup>3</sup>;
- автоматическую замену (выдачу) нового картографического набора данных в случае переиздания ЭНК (ЭМК, ЭТК, базовой ячейки), имеющейся у потребителя<sup>3</sup>;

<sup>1</sup> Под термином ЦКИ следует понимать:

- электронные навигационные карты (ЭНК) формата S-57 защищенные по стандарту S-63 в кодах АСО ВМФ ЦКИ;
- электронные морские карты (ЭМК) в формате SXF;
- электронные топографические карты (ЭТК) в формате SXF;
- электронные пособия для плавания, необходимые для обеспечения безопасности мореплавания и морской деятельности РФ, в формате pdf;
- специальные морские структурированные базы пространственных данных.

<sup>2</sup> В настоящее время комплексы средств автоматизации пользователя на кораблях не установлены.

<sup>3</sup> В настоящее время в АСО ВМФ ЦКИ потребителям выдаются только ЭНК по их заявкам и только на CD или DVD. Корректур ЭНК производится только путем полного обновления (замены), имеющегося на изделиях (ЭКНИС и т. п.) набора электронных карт.

- автоматическую замену имеющегося у потребителя электронного пособия мореплавателям в случае его переиздания<sup>4</sup>;
- автоматическое обеспечение потребителя необходимыми базами пространственных данных<sup>5</sup>.

Рассмотрим проблемы функционирования корабельной составляющей АСО ВМФ ЦКИ и возможные пути их решения.

*1. Использование на корабле комплекса средств автоматизации пользователя*

КСАП<sup>6</sup>, разработанный в рамках ОКР «Багрен-2», предназначен для взаимодействия с региональными центрами АСО ЦКИ ВМФ и передачи полученной ЦКИ с обеспечением требований безопасности только одному корабельному потребителю. Учитывая, что на корабле, как правило, имеется более одного потребителя ЦКИ (ЭНИС, АСУ, БИУС, РЛС, ГАК, и т. п.), возникает необходимость размещения на борту нескольких КСАП, что нерационально, так как каждый КСАП должен быть зарегистрирован в региональном центре как отдельный потребитель ЦКИ, а на корабле – как отдельный потребитель информации у корабельного комплекса связи.

По нашему мнению, целесообразно было бы устанавливать на кораблях и судах ВМФ или один унифицированный картографический сервер (УКС) с встроенными в него функциями, аналогичными КСАП, или корабельный картографический сервер (ККС) совместно с КСАП как отдельные изделия.

ЦКИ из регионально центра на корабли и суда в море должна передаваться по радиоканалу<sup>7</sup> или на отчуждаемых оптических носителях информации (CD, DVD), а ЭНК в свою очередь только в формате S-57, защищенном по стандарту S-63 в кодах АСО ВМФ ЦКИ<sup>8</sup>, и может обрабатываться и отображаться только на устройствах, способных работать в указанном формате, например, на ЭКНИС [4]. Устройства отображения картографической информации, работающие с другими форматами (форматом битового изображения BMP, стандартным форматом географических изображений GeoTIFF и др.) не смогут корректно воспроизвести цифровую карту без её дополнительной обработки (конвертирования) в специальном устройстве. Функции такого устройства на корабле должен выполнять картографический сервер.

*2. Разработка корабельного картографического сервера (ККС) для работы с АСО ВМФ ЦКИ*

В связи с большим количеством предприятий-разработчиков картографических серверов<sup>9</sup> и, как следствие, отсутствием у них единого подхода к решению проблем, возникающих при разработке ККС, специалистами ОАО «ГНИНГИ» совместно с представителями УНиО МО РФ были сформулированы и доведены до предприятий-

<sup>4</sup> Смотри сноску 3 на странице 8.

<sup>5</sup> Смотри сноску 3 на странице 8.

<sup>6</sup> Смотри сноску 2 на странице 8.

<sup>7</sup> В настоящее время передача ЦКИ по радиоканалу не реализована в связи с отсутствием технической возможности у комплексов радиосвязи кораблей.

<sup>8</sup> Обеспечение потребителей электронными навигационными картами в формате S-57, защищенном по стандарту S-63 в кодах Международной гидрографической организации в АСО ВМФ ЦКИ, не предусмотрено.

<sup>9</sup> В настоящее время работы по созданию корабельного картографического сервера (ККС) для кораблей ВМФ РФ по ТЗ СЧ ОКР ведут:

- ОАО «Концерн НПО «Аврора», г. С.-Петербург – ККС из состава ИМС для фрегатов;
- ЗАО «Морские навигационные системы», г. С.-Петербург – ККС из состава ИМС для десантных кораблей;
- НПП «Авиационная и морская электроника», г. С.-Петербург – ККС из состава ИС ГКП для корветов;
- АО «Кронштадт», г. С.-Петербург, в рамках СЧ ОКР, для подводных лодок;
- ФНПЦ «НПО «Марс», г. Ульяновск – ведет разработку ККС в инициативном порядке в обеспечение изделий типа «Диез», «Сигма», «Трасса» и др.

изготовителей единые требования, которые, по нашему мнению, должны предъявляться к корабельной составляющей АСО ВМФ ЦКИ, т. е. системе получения, хранения, обработки и передачи цифровой картографической информации – корабельному картографическому серверу, а также требования к системам-потребителям цифровой картографической информации.

ККС на корабле должен обеспечивать:

- ввод ЦКИ через КСАП или самостоятельно от АСО ВМФ ЦКИ<sup>10</sup> и загрузку во внутренний банк данных изделия;
- ввод ЦКИ с отчуждаемых носителей информации (CD, DVD) и загрузку во внутренний банк данных изделия;
- возможность получения ЦКИ от АСО ВМФ ЦКИ по радиоканалу с использованием штатных средств радиосвязи корабля<sup>11</sup> или систем передачи данных и загрузку во внутренний банк данных изделия;
- выдачу информации корабельным потребителям в соответствии с их заявками по локальной (корабельной) сети обмена данными;
- хранение полученной от АСО ВМФ ЦКИ цифровой картографической информации, предназначенной для выдачи корабельным потребителям, в собственном внутреннем банке данных;
- возможность подключения нового и отключения существующего оконечного оборудования (ОО);
- обработку запросов от корабельных потребителей на обеспечение ЦКИ;
- определение перечня существующих в банке изделия ККС ЦКИ из совокупности полученных запросов от корабельных потребителей и формирование обобщенного запроса в АСО ВМФ ЦКИ на недостающие объекты обеспечения ЦКИ;
- ведение списка имеющихся в банке изделия ККС и доведенных до корабельных потребителей объектов обеспечения ЦКИ;
- прием и хранение ЭНК, поставляемых в формате S-57 и защищенных по стандарту S-63 в кодах АСО ВМФ ЦКИ, получаемых от АСО ЦКИ ВМФ;
- контроль целостности, полученной ЦКИ;
- разархивацию полученных картографических файлов;
- проверку корректности электронно-цифровой подписи, полученной ЦКИ;
- разграничение прав доступа корабельных потребителей к цифровой картографической информации, электронным документам и пространственным картографическим данным, хранимым на ККС;
- подготовку массивов с ЦКИ, электронными документами и пространственными картографическими данными для записи на отчужденный носитель;
- рассылку ЭНК корабельным потребителям в защищенном по стандарту S-63 формате или внутреннем согласованном формате оконечного устройства;
- рассылку корабельным потребителям электронных документов и пространственных данных;
- автоматическую ретрансляцию корректурных изменений ЦКИ, баз пространственных данных корабельным потребителям;
- формирование справок об обеспеченности ЦКИ и пространственными данными корабельных потребителей;

<sup>10</sup> Возможно только в случае установки в ККС программного модуля «КСАП», разработанного ЗАО «Транзас» (в настоящее время – АО «Кронштадт») в рамках ОКР «Багрень-2».

<sup>11</sup> См. сноску 7 на странице 9.

- ведение журнала (базы данных) о доставке и получении электронных сообщений и другой документированной информации корабельными потребителями и их автоматическое уведомление об этом;
- послыйный отбор пространственных данных с возможностью их сохранения;
- контроль состояния всего архива ЦКИ и восстановление испорченных или утраченных фрагментов архива;
- формирование справок об обеспеченности ЦКИ пользователей корабля и выдача справок операторам окончного оборудования;
- рассылку ЦКИ корабельным потребителям и автоматизированный контроль состояния каналов обмена.

Изделия, не отвечающие указанным выше требованиям, не смогут в полной мере реализовать функции ККС, необходимые для использования на корабле.

### *3. Использование на корабле унифицированного картографического сервера как корабельной составляющей АСО ВМФ ЦКИ*

Картографический сервер предназначен для получения ЦКИ от АСО ВМФ ЦКИ через КСАП или с использованием встроенной в него функции КСАП<sup>12</sup>, или на отчуждаемых оптических носителях (CD, DVD) цифровой картографической информации (резервный вариант), ее обработки, хранения и выдачи потребителям по внутренней общекорабельной локальной сети обмена данными или напрямую в следующих форматах:

- для потребителей обеспечивающих навигационную безопасность плавания только в формате S-57, защищенном по стандарту S-63 в кодах АСО ВМФ ЦКИ;
- для потребителей, не обеспечивающих навигационную безопасность плавания, возможна передача ЦКИ во внутреннем согласованном формате окончного устройства.

В случае выхода картографического сервера из строя целесообразно предусмотреть возможность обеспечения внутренних потребителей ЦКИ непосредственно от АСО ВМФ ЦКИ.

По нашему мнению, картографический сервер в случае его установки на корабле (судне) должен являться единственным взаимодействующим с АСО ВМФ ЦКИ потребителем.

Из вышеизложенного можно сделать вывод о необходимости дальнейшего совершенствования автоматизированной системы обеспечения Военно-Морского Флота цифровой картографической информацией и, в частности, ее корабельной составляющей.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. «Новости Транзаса» // Морской вестник. – 2009. – № 3(31). – С. 42–43.
2. Адамович О. Р., Бербенев Д. В. Проблемы обеспечения ВМФ пространственными данными и пути их решения. – Труды VII Российской научно-технической конференции «Навигация, гидрография и океанография: приоритеты развития и инновации морской деятельности» «НГО-2011» (18–20 мая 2011 г., С.-Петербург). – С. 314–315.
3. Смирнов М. Ю. Пути модернизации навигационного комплекса для надводного корабля и его возможная интеграция с комплексной системой управления. – Труды VII Российской научно-технической конференции «Навигация, гидрография и океанография: приоритеты развития и инновации морской деятельности» «НГО-2011» (18–20 мая 2011 г., С.-Петербург). – С. 144–148.

<sup>12</sup> Смотри сноску 10 на странице 10.

4. Захаров Ю. И. «Сегмент-М». Новые возможности УЭНИС «Сегмент-М». – Труды VII Российской научно-технической конференции «Навигация, гидрография и океанография: приоритеты развития и инновации морской деятельности» «НГО-2011» (18–20 мая 2011 г., С.-Петербург). – С. 191–194.

**WAYS TO IMPROVE THE AUTOMATED SYSTEM PROVIDING THE NAVY WITH DIGITAL CARTOGRAPHIC INFORMATION (DCI)**

V. A. Titlyanov, A. A. Yakushev, M. Y. Smirnov («GNINGI» OJSC)

*The principles of structure of the Navy DCI Automated Support System, its operation, the problem issues of creating the cartographic server for ships and vessels of the Navy are considered. The main technical requirements to its development and creation are formulated.*

УДК 656.6.08

**СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К РЕШЕНИЮ ПРОБЛЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПЛАВАНИЯ СУДОВ И КОРАБЛЕЙ В АРКТИКЕ**

П. Г. БРОДСКИЙ, Ю. В. РУМЯНЦЕВ, А. Н. ЛУКИН  
(ОАО «ГНИНГИ»)

*В статье показано, что на современном этапе развития средств и методов обеспечения безопасности плавания судов и кораблей в Арктике наиболее актуальным становится использование виртуальных СНО, средств управления движением судов на базе автоматических идентификационных систем и низкоорбитальных спутников.*

Приоритеты государственной политики развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности определены рядом нормативных правовых документов, в том числе:

- Основами государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2020 года и дальнейшую перспективу (утверждены Президентом Российской Федерации 18 сентября 2008 г.);
- Стратегией развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 года (утверждена Президентом Российской Федерации 8 февраля 2013 г.).

В соответствии с положениями этих документов одним из приоритетных направлений развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности страны является решение проблем обеспечения безопасности плавания судов и кораблей.

Реализация развития этого направления обеспечивается комплексом мер организационного, нормативно-правового и технического характера.

В контексте изложенного представляется актуальным рассмотреть проблемы обеспечения безопасности плавания в акватории Арктической зоны с учетом требований действующей нормативной базы и современного состояния средств и методов. С этой целью рассмотрим некоторые особенности в деятельности судоводителей в современных условиях. Они определяются следующими факторами:

- конструктивными особенностями современных судов;

- постоянно обновляющимися требованиями международных документов по обеспечению безопасности мореплавания;
- развитием современных технических средств, в первую очередь средств связи, электронных информационных систем и пр.

В рамках настоящей статьи не рассматриваются вопросы, относящиеся к так называемому «человеческому фактору», уровню профессиональной подготовки и переподготовки персонала, повышению его квалификации и пр.

Одной из особенностей деятельности судоводителей на ходовой вахте в настоящее время является то, что современная архитектура судов и конструкция ходовых мостиков практически исключают возможность определения места судна «визуальными способами». Традиционно определение места судна осуществлялось с открытых крыльев ходового мостика, но на современных судах и кораблях они в основном отсутствуют. Крылья мостиков современных судов в основном являются закрытыми, что хорошо видно из рис. 1–4.



Рис. 1. Ледокол проекта Тундра 84



Рис. 2. Морской буксир проекта ПС-60



Рис. 3. Современное многоцелевое сухогрузное судно «Буг»



Рис. 4. Арктический танкер «Кирилл Лавров»

Кроме того, в соответствии с п. 3.2 части V «Правил по оборудованию морских судов» [1] во избежание отражений стекла передних окон ходового мостика наклонены наружу от вертикальной плоскости на угол не менее  $10^\circ$  и не более  $25^\circ$ .

Согласно п. 4.2.3.6. т. 3 Правил РС [2] иллюминаторы в рулевой рубке для судов со знаком ANTI-ICE (судов, конструкция и оборудование которых обеспечивают

их эффективную защиту от обледенения) должны быть обогреваемыми. Современные системы обогрева стекол предусматривают наличие микронагревательных элементов в толще стекла иллюминатора.

Перечисленные технические особенности оборудования стекол ходового мостика с очевидностью показывают невозможность установки на мостике какого-либо оборудования, предназначенного для визуального определения места судна. Установка такого оборудования не предусмотрена и п. 2.2.3 части V Правил [1].

Определение места судна на современных судах производится исключительно с использованием приемников спутниковых навигационных систем, приемоиндикаторов наземных радионавигационных систем (РНС) и радиолокаторов, работающих в полосах частот 9 и 3 ГГц. Визуально же управление судном производится только при плавании по сворам, а также при оценке положения места судна по плавучим и стационарным СНО.

Для оценки возможностей использования, существующих РНС и глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) для обеспечения безопасности плавания рассмотрим современные требования к точности определения места судна.

С декабря 2011 г. действуют новые стандарты точности судовождения, установленные резолюцией ИМО А.1046(27) от 20.12.2011 г. [3]. Эта резолюция отменила действующую с 2003 г. резолюцию ИМО А.953(23), которая в свою очередь отменила «Стандарты точности судовождения», установленные резолюцией ИМО А.529(13) от 17 ноября 1983 г.

Современные эксплуатационные требования к всемирной радионавигационной системе (ВРНС) (в соответствии с резолюцией ИМО А. 1046 (27) [3]) приведены в таблице.

**Требования к всемирной радионавигационной системе**

Район плавания	Погрешность определения места с вероятностью не менее 95%	Обновление координат	Надежность системы
1. Плавание на входах в порты, подходах к портам и в прибрежных водах	10 м	1 раз в 2 с.	а) более 99,97 % для 15-минутного периода; б) вероятность поступления сигнала от системы должна быть более 99,8 %; в) предупреждение о нерабочем состоянии системы должно поступать в пределах 10 секунд
2. Плавание в океанских водах	100 м		а) вероятность поступления сигнала от системы, должна превышать 99,8 %. б) предупреждение о нерабочем состоянии системы должно поступать в ближайший, практически возможный, срок навигационной информации по безопасности мореплавания (MSI).

В современных документах отмечается, что указанные стандарты могут быть реализованы только при использовании технических средств, таких как: РНС и ГНСС. Согласно конвенции СОЛАС-74 часть V пр.19.2.1.6: «Все суда, независимо от размера, должны иметь: приёмоиндикатор ГНСС или наземной радионавигационной системы ...».

Таким образом, суда любых размеров должны быть оборудованы как минимум одним приемным устройством ГНСС или наземной РНС в виде отдельного встроенного в ЭКНИС приёмоиндикатора или приёмника, с помощью которых индикация текущих координат судна может осуществляться непосредственно в цифровом виде или в виде перемещающейся отметки на электронной карте и т. п.

Вместе с тем в настоящее время в приложении 28 ИНО-2000 [4] даются извлечения из отмененной резолюции ИМО А.529(13) от 17 ноября 1983 г. под названием «Стандарты точности судовождения», ориентированные на использование визуальных средств и измерения дистанций с помощью РЛС. Точность же определения места судна визуальными способами или с помощью РЛС значительно ниже требуемой резолюцией А.1046(27).

Применение визуальных способов определения места судна практически невозможно на судах, имеющих дополнительный знак ОМВО в символе класса РС, т. е. управляемых одним человеком на ходовом мостике, так как оно предполагает отвлечение вахтенного помощника капитана (единственного человека на ходовом мостике) на определенное время от наблюдения за окружающей обстановкой.

Означает ли все изложенное, что визуальные СНО изжили себя и необходимость в них отпала? Нет, ни в коей мере, по следующим соображениям:

1. Приведенные выше требования к погрешности определения места в прибрежной зоне, в узкостях, на подходах к портам могут быть реализованы только при условии развертывания сети контрольно-корректирующих станций по побережью. В настоящее время большая часть традиционных путей движения судов вдоль побережья уже покрыта зоной действия контрольно-корректирующих ГНСС («ГЛОНАСС/GPS»).

2. Надежность систем спутниковой навигации не является 100-процентной (99,8–99,97 %), они могут быть подвержены помехам, сбоям и т. п. по многим причинам.

3. Как показывает практика, при любых точностях ВРНС судоводители должны иметь дублирующую систему контроля места. Более того, действующая практика лоцманского обеспечения в узкостях и на подходах портов, на их акваториях до настоящего времени базируется на системе визуальных СНО.

Вместе с тем стандарты точности судовождения, установленные к ВРНС, предполагают и другие подходы при оценке навигационной безопасности плавания в узкостях, на акваториях портов и пунктов базирования. Использование современных радионавигационных систем и ЭКНИС открывает широкие возможности для внедрения новых подходов к обеспечению безопасности мореплавания в Арктике, в частности, таких как виртуальные СНО.

Виртуальными, в соответствии с рекомендациями МАМС, называются СНО, которые физически не существуют, а являются цифровой информацией, искусственно созданной программными методами и передаваемой потребителям береговыми станциями автоматической идентификационной системы (АИС) [5].



Изображения виртуальных СНО передаются от станций АИС, чтобы обозначить средство навигации, которое физически не существует или не действует. На практике цифровой информационный объект индицируется на экране транспондера АИС, РЛС, индикаторе ЭКНИС и т. п. для указания местоположения СНО, даже если оно физически не существует. Изображение виртуального СНО передается в одних и тех же координатах соседними базовыми станциями АИС, которые могут быть установлены как на уже существующих фундаментальных сооружениях реальных СНО, так и на специально для этого созданных.

Создание программного продукта требует намного меньше вложений, чем развертывание традиционных СНО. Плавающие же СНО в Арктике используются в основном в устьях арктических рек в районах с морским режимом судоходства. При определении места судна с помощью РЛС следует принимать во внимание, что отображение береговой черты на экране значительно искажается (на десятки, сотни и более метров), и может не соответствовать линии побережья на карте. Кроме того, отлогая береговая черта претерпевает значительные искажения на экранах РЛС с появлением льда, припая, торосов, что очень характерно для арктических морей. Эти проблемы могут быть частично решены восстановлением старых и созданием новых пассивных и активных радиолокационных отражателей, порой не совмещенных с существующими береговыми СНО, но нанесенных на навигационные карты, а также путем разработки и внедрения виртуальных СНО на дисплеях транспондеров АИС и на экранах РЛС и ЭКНИС.

Необходимо подчеркнуть, что виртуальные СНО не заменяют (и никогда не заменят) традиционные СНО, но являются источником дополнительной, важной для судоводителей информации. Международная Ассоциация Маячных служб (МАМС) выпустила в марте 2010 г. «Рекомендации О - 143 по виртуальным средствам навигационного оборудования» [5]. Виртуальные СНО, наблюдаемые на дисплеях транспондеров АИС и экранах ЭКНИС, не могут быть смещены со своих штатных мест из-за воздействия волн, ветра и льда, как это бывает с реальными плавающими СНО. Показателем сбоя в работе является сам факт отсутствия их изображения на мониторах. Виртуальные СНО могут использоваться, чтобы представить линию, область, фиксированную точку или другую форму, которая может быть показана графически.

Таким образом, виртуальные СНО используются для предупреждения мореплавателей о навигационных опасностях, а также для обозначения безопасных водных путей, районов, при плавании в которых необходима дополнительная осторожность, и районов, небезопасных для мореплавания, которые следует избегать.

Наряду с указанными достоинствами виртуальных СНО, следует отметить ряд недостатков и ограничений при их использовании.

1) Виртуальное СНО может вообще не индицироваться, или же его графическое изображение может отличаться на дисплеях ряда судов из-за различия в технических возможностях аппаратуры. В настоящее время внедряются требования вступившей в силу в 2008 г. испытательной спецификации IEC 62388 (IEC – Международная Электротехническая Комиссия) к РЛС, в соответствии с которыми изображение виртуального СНО должно иметь вид ромба с вписанной в него латинской буквой *V*. Навигационные дисплеи, совместимые с требованиями IEC 62288, также покажут виртуальное СНО как ромб с вписанной в него буквой *V*.

Соответствующее оборудование, введенное в эксплуатацию до 2009 г., не показывает виртуальные СНО.

2) К недостаткам виртуальных СНО можно отнести также их восприимчивость к фальсификации и радиопомехам.

Несмотря на отмеченные ограничения и недостатки, виртуальные СНО могут быть использованы при организации круглогодичной навигации в арктических морях. Так, в проекте строительства и оборудования нового порта Сабета навигация планируется только в летний период, так как на осенне-зимний период необходимо снятие 13 пар подходных плавучих буев с их штатных мест. При этом заказчик хотел бы иметь круглогодичную навигацию, что можно сделать, например, с использованием арктических судов класса танкера «Кирилл Лавров» (рис. 4). Плавучие СНО на осенне-зимний период можно заменять на виртуальные СНО, которые могут быть применены при развитии и модернизации всей системы навигационного оборудования в территориальном море России.

Исходя из мировой практики, в качестве одной из основных мер по обеспечению безопасности мореплавания при возрастании интенсивности судоходства необходимо также совершенствовать существующие и создавать новые системы управления движением судов (СУДС) различного уровня. Информация о местоположении судов в любых СУДС получается, прежде всего, по данным береговых РЛС. Это вводит ограничения, связанные с дальностью радиолокационного обнаружения целей. В качестве оборудования, дополняющего береговые РЛС в СУДС, и традиционные средства связи, могут использоваться АИС. Поскольку обмен информацией в АИС проводится в УКВ-радиодиапазоне, радиус действия судовых передатчиков ограничивается 20–30 милями при обмене информацией между судами до 150 миль при взаимодействии с передатчиками береговых станций в зависимости от высоты стационарной антенны. Ограничения по дальности действия АИС вполне сравнимы с ограничениями береговых РЛС.

Для увеличения дальности действия АИС на рынке услуг глобального мониторинга судов появилась (2011 г.) новая технология спутникового мониторинга, опирающаяся на сообщения транспондеров АИС.

В настоящее время береговые станции в пределах дальности действия УКВ-диапазона передают на суда информацию, относящуюся к безопасности мореплавания (местные навигационные предупреждения, дифференциальные поправки для координат ГНСС, связанные с работой СУДС и др.). Однако прием сигналов судовых передатчиков АИС возможен также и с помощью низкоорбитальных спутников Земли. Это позволяет рассматривать информацию, передаваемую транспондерами как средство решения задач глобального мониторинга судов. Эксперименты по анализу и расшифровке информации от судовых АИС, получаемой с помощью УКВ-приемников, размещенных на низкоорбитальных ИСЗ, подтвердили перспективность этого подхода. В работе [6] показано, что данный подход обладает дискретностью сбора информации. Сокращение интервала между замерах позиций судов до 30 мин. значительно повышает информативность данных для отслеживания текущего местоположения даже рыболовецких судов на промысле с часто меняющимися курсами. Можно предположить, что этого будет вполне достаточно для слежения за проходящими судами на традиционных путях движения. После проведения натурных исследований возможно будет установить допустимые интервалы позиционирования на маршрутах следования судов. Можно ожидать, что они будут отличаться друг от друга на различных участках маршрутов.

Подход к использованию в АИС низкоорбитальных ИСЗ может быть реализован при создании СУДС с большим радиусом действия, который превышает дальность распространения сигналов РЛС и УКВ-радиоволн АИС. Это очень важно в арктических морях России в силу удаленности от берега из-за мелководья маршрутов следования судов (в особенности крупнотоннажных), а также строительства фундаментальных высотных сооружений в условиях вечной мерзлоты и на континентальном шельфе. В этом случае могут возникать области, откуда не может поступать информация о местоположении судов, что явно недопустимо при создании единой региональной СУДС.

#### **Выводы**

В статье показано, что на современном этапе развития средств и методов обеспечения безопасности плавания судов и кораблей в Арктике наиболее актуальным становится использование виртуальных СНО, средств управления движением судов на базе автоматических идентификационных систем и низкоорбитальных спутников.

Для повышения качества и надежности оценки навигационной безопасности предлагается внести изменения и в руководящие документы, в том числе в ИНО-2000, что связано с принятием ИМО резолюции А.1046(27), в которой четко изложены требования к точности, надежности и дискретности определения места судна. В действующих документах до сих пор остаются требования устаревшей резолюции А.529(13) 1983 г., хотя она была отменена еще в 2003 г.

Перечисленные выше подходы для обеспечения безопасности плавания необходимо учесть и в программах, связанных с развитием коммерческого судоходства в арктических морях, что сегодня является приоритетной задачей, обозначенной руководством РФ. Их объединяет то, что затраты финансовых средств и времени для реализации будут меньше по сравнению с традиционными подходами, что является важным в условиях сложившейся в настоящее время экономической ситуации.

Рассмотренные в статье подходы к решению проблем обеспечения безопасности мореплавания охватывают лишь небольшую часть из числа существующих сейчас в данной области. К последним можно отнести: подготовку экипажей для работы в условиях арктических морей на крупнотоннажных судах, перевозящих углеводороды; установление новых путей движения судов; организацию взаимодействия с военно-морским флотом, разворачивающим силы и средства в арктических морях, где они ранее отсутствовали; обновление ледокольного флота; создание современной системы аварийно-спасательного обеспечения с развертыванием новых пунктов базирования и многие другие.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Правила по оборудованию морских судов. Правила по грузоподъемным устройствам морских судов. Правила о грузовой марке. НД № 2-020101-073. – СПб, РМРС, 2013. – 448 с.
2. Правила классификации и постройки морских судов. Т.3. – СПб, РМРС, 2013. – 67 с.
3. IMO Resolution A. 1046(27) Adopted on 30 November 2011 (Agenda item 9). – London, December 2011. – 5 p.
4. Инструкция по навигационному оборудованию (ИНО-2000). – СПб: ГУНиО, 2001. – 328 с.
5. IALA Recommendation O - 143 On Virtual Aids to Navigation. – Edition I. – France, March 2010. – 7 p.
6. Марченков В. В., Пырков В. Н., Черных В. Н., Солодиков А. В., Ермаков В. В. Перспективы комплексного использования современных спутниковых, информационных и коммуникационных технологий для решения задач отраслевой системы мониторинга рыболовства // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2012. – Т. 9. – № 3. – С. 299–306.

***PRESENT-DAY APPROACHES TO SOLVING THE PROBLEMS OF NAVIGATION  
SAFETY PROVISION FOR VESSELS AND SHIPS IN THE ARCTIC***

**P.G. Brodsky, Y.V. Rumyantsev, A. N. Lukin** («GNINGI» OJSC)

*It is shown that at the current stage of development of means and methods necessary to provide the navigation safety for vessels and ships in the Arctic, the employment of virtual aids to navigation, aids of vessel traffic control based on the automatic identification systems and low-orbit satellites is becoming the urgent problems of today.*

# ГИДРОГРАФИЯ И МОРСКАЯ КАРТОГРАФИЯ

УДК 022.66:608:623.8

## **ВЫЯВЛЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ РАЗВИТИЯ СРЕДСТВ И СПОСОБОВ ОБСЛЕДОВАНИЯ МОРСКОГО ДНА НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ПАТЕНТНОЙ ИНФОРМАЦИИ**

**П. Г. БРОДСКИЙ, В. П. ЛЕНЬКОВ, А. Б. ФЕДОРОВ**  
(ОАО «ГНИНГИ»)

*Обращается внимание на значение инновационной деятельности в развитии перспективных технических средств и технологий гидрографических работ. Изложены основные положения подхода к определению научно-технического уровня (НТУ) инновационных решений патента и его инновационного потенциала (ИП). Обобщены и представлены результаты оценки инновационного развития средств и методов обследования и съемки рельефа дна на основе анализа ряда патентов специалистов ОАО «ГНИНГИ».*

В настоящее время одной из важных задач в научно-технической сфере является оценка возможности практического использования объектов интеллектуальной собственности (патентов).

С помощью патентной информации определяется не только достигнутый технический уровень промышленной продукции, но и новизна предлагаемых устройств и способов. Патенты на 70 % содержат уникальные и актуальные сведения, не публикуемые в других источниках [1].

Роль патентной информации, публикуемой в изданиях патентных ведомств различных стран, регионов, ведомств, международных организаций и информационных центров, состоит в информационной поддержке инновационных проектов [2]. Наиболее оперативными источниками патентной информации являются патентные бюллетени, издаваемые ведомствами различных стран, описания к заявкам, выложенным для всеобщего ознакомления, поиск по которым проводится по классификационным материалам и справочно-поисковому аппарату к патентному фонду. Внедрение компьютерных технологий и, в частности, использование Интернета, изменили традиционные формы предоставления и поиска патентной информации, обеспечивая свободный доступ к патентным базам данных (БД).

Патентная информация находит все более широкое применение в процессе создания новой техники. Основными направлениями использования патентной информации являются: прогнозирование тенденций и направлений развития объектов техники и технологических процессов; оценка технического уровня разработок путем их сопоставления с последними запатентованными объектами; проверка патентоспособ-

ности выполненных разработок; проверка патентной чистоты выполненных разработок и возможности патентования их за границей.

Прогнозирование на базе использования патентной информации стало особенно актуальным и получило развитие в последние десятилетия [3]. Методы научно-технического прогнозирования позволяют установить, какие идеи являются в данный момент прогрессивными и перспективными, а какие изживают себя, что позволяет определить, куда должны быть направлены творческие силы, материальные и трудовые ресурсы для ускорения научно-технического прогресса.

В соответствии с п. 4.8 ГОСТ 15.011-96 «Система разработки и постановки продукции на производство. Патентные исследования. Содержание и порядок проведения» результаты патентных исследований в первую очередь используются именно при разработке научно-технических прогнозов в интересах перспективного планирования, формирования и реализации коммерческой политики предприятия. Точность прогнозных исследований, проводимых на основе патентной информации, возрастает за счет того, что могут быть рассмотрены не только тенденции изменения рассматриваемого объекта в целом, но и его элементов.

На основе статистического и качественного анализа патентов можно выявить наиболее важные области развития техники, в которых сконцентрирована в данный момент изобретательская деятельность в отдельных странах.

Для проведения такого информационного исследования необходимо выявить основные информационные характеристики патентных документов, которыми могут быть материалы, конструкции, технология и оборудование, их параметры, страны, фирмы, годы и др. Информация, полученная в результате статистического и качественного анализа патентных документов, используется также при конкретизации характеристик и технических параметров изделий и прогнозировании их изменения во времени.

В настоящее время известен целый ряд методов оценки качества результатов научных исследований и разработок [4, 5]. Так как непосредственное определение научно-технического уровня (НТУ) инновационных решений по патенту крайне затруднено, то для этих целей получил распространение метод аналогий, который, однако, дает лишь относительные и в большинстве своем только качественные результаты оценки.

Понятие научно-технического уровня патента можно трактовать в широком и узком смысле. В широком смысле НТУ определяет как степень развития изделия, способа, так и его качество, а в узком – только степень развития. В задаче оценивания эффективности инновационных решений патента целесообразно разграничить оценку степени развития и его качества, поскольку качество инновации, на наш взгляд, имеет решающее значение для понимания собственно инновационного потенциала в контексте возникновения, существования и развития технологических решений. Это позволяет также более адекватно подойти к решению вопросов оценки степени влияния (определения вклада) инноваций на развитие рассматриваемого объекта.

Целесообразно применять два показателя, отражающих качество патента – его научно-технический уровень и инновационный потенциал [4].

НТУ характеризует инновационность решения рассматриваемой проблемы, а инновационный потенциал – качество инновационных решений. Инновационный потенциал в сравнении с НТУ имеет выраженный проблемный характер.

Задача определения НТУ инновационных решений патента имеет ряд особенностей в силу специфики самого процесса патентования. Во-первых, структура патента предопределяет ряд параметров НТУ в явном виде, поскольку строго ориентирована на определение достигнутого уровня развития направления/технологической платформы/аналога, отличительных особенностей решения относительно прототипа, приоритета решения, области применения и т. д. Сам факт выдачи патента гарантирует новизну и достоверность решения безотносительно их степени влияния.

Во-вторых, для НТУ инновационных решений патента автоматически исключаются показатели, имеющие важное значение для НИОКР, но теряющие смысл для инновационных решений патента (например, патентоёмкость, патентная защищенность и т. п.). Еще одной особенностью, требующей своего учета, является отношение к актуальности решения проблемы – доказательство существования проблемы лежит за рамками патентования. По сути, в патенте исходят из того, что проблема существует, а инновации в патенте направлены на ее решение.

Оценку НТУ инновационных решений патента предлагается осуществлять с помощью показателей, описание которых приведено в табл. 1.

Таблица 1

Характеристика показателей НТУ инновационных решений патента

Показатели НТУ	Характеристики показателя
<b>1. Уровень усовершенствования потребительских свойств</b>	1.1. Прирост параметра / характеристики потребительского свойства решения / объекта 1.2. Дифференциация решения / объекта 1.3. Преемственность решения / объекта 1.4. Технологичность решения / объекта
<b>2. Позиционирование</b>	2.1. Позиция решения / объекта 2.2. Технологический отрыв /отставание от альтернативных платформ
<b>3. Достижимость заявленных параметров</b>	3.1. Достоверность результатов 3.2. Техническая реализуемость 3.3. Эквивалентность результатов
<b>4. Целостность результатов</b>	4.1. Чувствительность потребительских свойств к результатам решения 4.2. Устойчивость результатов 4.3. Взаимобусловленность результатов
<b>5. Конкурентоспособность инновации</b>	5.1. Спрос на инновацию 5.2. Конкурентная позиция решения / объекта на внутреннем и глобальном рынках 5.3. Длительность технологического цикла 5.4. Коммерческая состоятельность

В отличие от НТУ, определяющего непосредственный положительный эффект от инновационного решения (прямые эффекты), инновационный потенциал характеризует качество изменений и их влияние на сопряженную с инновацией внешнюю среду.

По аналогии с НТУ охарактеризуем в общем виде систему предлагаемых показателей инновационного потенциала патента (табл. 2).

Таблица 2

## Характеристика показателей инновационного потенциала патента

Показатели инновационного потенциала	Характеристики показателя
<b>1. Актуальность решения / объекта</b>	1.1. Действительность НТЗ / П 1.2. Спрос на результаты решения НТЗ / П 1.3. Согласованность решения /объекта с НТЗ / П
<b>2. Новизна</b>	2.1. Степень новизны результатов решения / объекта 2.2. Обоснованность новизны решений / отличительных признаков
<b>3. Значимость</b>	3.1. Структурные сдвиги 3.2. Значение для целевых исследований и программ (применимость в прикладных целях) 3.3. Порождающий эффект 3.4. Масштабируемость результатов
<b>4. Сложность</b>	4.1. Структурная сложность решения / объекта 4.2. Многокритериальность решения / объекта 4.3. Разнородность и интенсивность информационных потоков 4.4. Многоцелевое назначение решения / объекта 4.5. Сложность комплекса моделей решения / образца 4.6. Сложность внедрения решения / объекта (интеграционная сложность)
<b>5. Законченность</b>	5.1. Полнота решения НТЗ / П 5.2. Глубина проработки 5.3. Завершенность разработки результатов решения / объекта
<b>6. Универсальность</b>	6.1. Область допустимых решений и граничные условия 6.2. Классы решаемых задач 6.3. Применимость в технологических цепочках 6.4. Недокументированные возможности

Использование для оценки эффективности инновационного решения в качестве основных критериев, определенных на основе имеющейся патентной информации, НТУ и инновационного потенциала позволяет по-новому интерпретировать вопрос перспективности инновации.

Ортогональное сопоставление этих критериев приводит к дифференциации инновационных решений в части их перспектив на четыре категории (рис. 1):

**I. Малоперспективные инновации** – инновации с низким НТУ и потенциалом. В текущей ситуации такие инновации, как правило, при изменении ряда своих параметров могут перейти в любой из других квадрантов перспективности. Поэтому нахождение инновации в данном квадранте может означать наличие еще неразрешенных в рамках конкретного решения проблем, ограничивающих его НТУ и потенциал, т. е. обладают скрытым потенциалом. Эти инновации индифферентны к фазам инновационного процесса, их невозможно отнести ни к одной из них. Выявление скрытых возможностей требует специальной научно-технической экспертизы.



**II. Инкрементальные инновации** – инновации с высоким уровнем НТУ, но с недостаточным или неясным потенциалом. Такие инновации представляют собой дополнение или доработку уже существующих технологий или других инноваций. Это улучшающие, обеспечивающие прирост технико-технологических свойств решения модернизационного характера. Эти инновации лежат в основе II и IV фазы развития ТС (тиражирование и фаза зрелости), но могут сопровождать и III фазу (дифференциация).

**III. Системные инновации** – инновации с высоким НТУ и потенциалом. Такие инновации являются наиболее существенными в отношении прогресса развития в рамках поколения технических средств. На этих инновациях основывается III фаза развития ТС.

**IV. Прорывные инновации** – инновации с высоким потенциалом, но недостаточным НТУ. Имеют базисный и радикальный характер, формируют новый технологический уклад и новые поколения технических средств. Лежат в основе возникновения и развития I фазы развития ТС (изобретение и внедрение).



**Рис. 1. Матрица перспективности инновационного решения**

Приведённый выше подход был апробирован при оценке перспективности ряда инновационных решений в области совершенствования средств и способов обследования и съёмки рельефа дна, разработанных специалистами ОАО «ГНИНГИ», которые приведены ниже:

1. Способ определения глубин акватории гидролокатором бокового обзора и гидролокатор бокового обзора для его осуществления (патент RU № 2484499 от 27.01.2012) представляет собой новое конструктивное решение (*гидролокатора бокового обзора и способа определения глубин акватории*) с введением дополнительных блоков и операций, обеспечивающих повышение достоверности съёмки рельефа дна за счет формирования и обработки дополнительной измерительной информации.

Основные достоинства решения – повышение точности определения глубин акватории, возможность точного измерения координат слоев сложно-неоднородной среды зондируемого пространства, коррекция фаз амплитуд принятых сигналов, исключение многозначности в определении направлений прихода синфазных сигналов, возможность последовательной коррекции угловых и вертикальных перемещений для каждого цикла измерений.

2. Фазовый гидролокатор бокового обзора (патент RU № 2510045 от 27.02.2012) представляет собой новое конструктивное решение устройства (*фазового гидролокатора бокового обзора*) с введением дополнительных блоков, обеспечивающее расширение функциональных возможностей и повышение достоверности съемки рельефа дна за счет формирования дополнительной измерительной информации и ее обработки. Основные достоинства предлагаемого решения – исключение влияния килевой качки на результаты съемки и исключение пропуска локальных опасных форм рельефа дна.

3. Способ съемки рельефа дна акватории и устройство для съемки рельефа дна (патент RU № 2519269 от 12.12.2012) представляет собой новое конструктивное решение устройства и способа для съемки рельефа дна акватории с введением дополнительных блоков (*новое схемное приборное исполнение устройства*) и операций, обеспечивающих расширение функциональных возможностей с одновременным повышением достоверности и информативности при картировании рельефа дна акватории за счет формирования дополнительной измерительной информации. Основные достоинства предлагаемого решения – повышение точности съемки рельефа дна, повышение достоверности определения средней скорости звука в воде, исключение пропуска локальных опасных форм рельефа, построение итоговой растровой карты рельефа совмещенной навигационной и топографической информации, уменьшение времени обработки картографической информации за счет использования двухмерных сплайн-функций.

4. Способ определения глубин в реальном масштабе времени при обследовании рельефа дна гидролокатором бокового обзора (патент RU № 2521127 от 22.10.2012) представляет собой новые функциональные операции с введением дополнительных действий, обеспечивающих повышение достоверности определения глубин и последующего восстановления рельефа дна посредством *гидролокатора бокового обзора за счет формирования и обработки дополнительной измерительной информации*. Основные достоинства предлагаемого решения – обеспечение автоматизации определения глубин и их относительных координат в реальном масштабе времени, исключение шумовых возмущений на форму поверхности дна, полученную по результатам гидроакустических измерений.

Были определены и проанализированы показатели НТУ и ИП (табл. 1, 2) предложенных технико-технологических решений. Значения показателей по каждому патенту определялись методом экспертной оценки в диапазоне от 1 до 10 баллов. По результатам оценки составлена матрица перспективности инновационного решения рассматриваемых патентов (рис. 2).

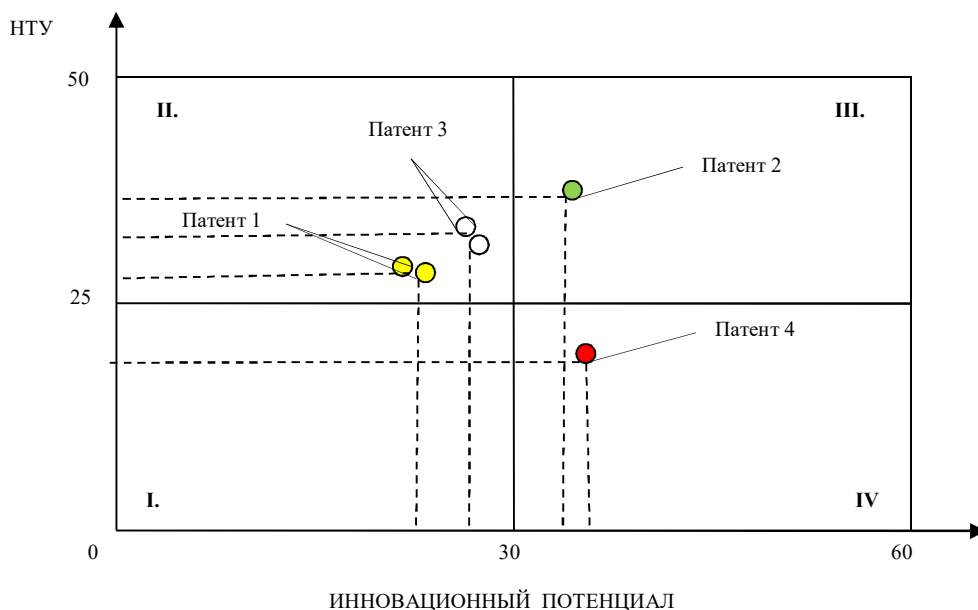


Рис. 2. Оценка перспективности рассмотренных патентов

Из рис. 2 следует, что с точки зрения перспективности запатентованные технико-технологические решения попадают в различные квадранты, поскольку имеют различные научно-технический уровень и инновационный потенциал.

Патенты 1 и 3 – это инновационные технико-технологические решения с дискретным уровнем НТУ, но с недостаточным (или неясным) потенциалом. Это улучшающие, обеспечивающие прирост интенсивности потребительских свойств решения модернизационного характера. Эти инновации лежат в основе III и IV фазы развития ТС (дифференциация и фаза зрелости). Попадание патента 3 во второй квадрант можно объяснить возможностью решения актуальной задачи – получения дополнительной информации для оценки подножия континентального склона (ПКС).

Патент 2 отличается за счет высокого инновационного потенциала. Причиной этого является более высокая целенаправленность инновационного решения, новизна постановки задачи и методический подход к решению проблемы. Найденные в рамках патента 2 решения можно будет универсализировать и применить для решения стандартных задач съемки рельефа, прежде всего, в части идентификации характерных форм рельефа.

Патент 4 при достаточно низком НТУ отличается высоким инновационным потенциалом, что объясняется широким диапазоном и новизной программного обеспечения методов обработки гидроакустических измерений. Эти обстоятельства в совокупности позволяют отнести данное техническое решение к разряду прорывных инновационных решений (квадрант 4).

Рассмотренный подход к анализу патентной информации позволяет успешно использовать патентную информацию для решения задач инновационного развития технических средств НГО морской деятельности, в частности, определять направления прорывных технологий в данной области науки и техники.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Каменева Н. А. Патентные ресурсы инновационной деятельности // М.: РИСК: Ресурсы, информация, снабжение, конкуренция. – 2009. – № 2. – С. 118–122.
2. Кравец Л. Г. Информационная поддержка инновационного процесса. // Патентное дело. – 2006. – № 2. – С. 40–45.
3. Кондрашкина Г. В. Патентные исследования с целью определения уровня техники по ГОСТ Р 15.011-96. – Инновационный портал УрФО. Инновационная инфраструктура. – 4 с.
4. Каменева Н. А. Информационное обеспечение инновационной деятельности // М.: Экономические науки. – 2009. – № 1 (50). – С. 167–171.
5. Зеньков А. Ф., Бродский П. Г., Ленков В. П. К вопросу оценки уровня развития средств и технологий НГО на основе патентной информации // Морской вестник. – 2015. – № 3. – С. 93–95.

**REVEALING THE PERSPECTIVE DIRECTIONS OF DEVELOPMENT FOR MEANS AND METHODS OF SEA BOTTOM INVESTIGATION BASED ON THE PATENT INFORMATION ANALYSIS**

**P. G. Brodsky, V. P. Lenkov, A. B. Fedorov («GNINGI» OJSC)**

*The main provisions of approach used to determine the scientific technical level of innovation solutions of patent and its innovation potential are presented. The results of evaluation development of the means and methods used to investigate and survey the bottom relief based on the analysis of some patents of the “GNINGI” OJSC specialists, are generalized and presented.*

УДК 528.9

**БЕЗИНТЕРПОЛЯЦИОННЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ НА КАРТАХ ГРАНИЦ ОПАСНЫХ УЧАСТКОВ МОРСКОГО ДНА**

**А. М. АБРАМОВ**  
(ОАО «ГНИНГИ»)

*В статье рассматривается метод определения по картам границ участков морского дна, опасных в навигационном отношении. Метод не требует интерполяции нанесенных на них глубин. Показано, что для определения таких границ может быть использовано отображение подводного рельефа, сегментированное на монотонные участки.*

Известно, что положительные формы подводного рельефа ограничивают свободу маневрирования корабля. Такие участки дна являются навигационными опасностями, которые показываются на навигационных морских картах в диапазоне всех глубин [1]. Для их выявления используется понятие навигационной глубины, которая определяется как наименьшая безопасная для плавания корабля глубина  $Z_0$ , рассчитываемая с учетом его габаритов, параметров движения и условий плавания [2]. Все глубины, значения которых меньше навигационной глубины, будут для корабля опасными, а изобата, проходящая через ближайшие глубины, меньшие навигационной, образует границу навигационной опасности. Для определения положения последней интерполируют глубины, показанные на карте. Предложенные ранее различные методы интерполяции неоднократно критиковались за их «искусственность» и

невозможность учёта геоморфологических особенностей фактического рельефа [3], которые могут приводить к ошибкам.

В статье рассматривается метод, позволяющий определять границы опасных участков дна на картах, не используя интерполяцию глубин. В работе [4] показано, что всякую гладкую поверхность можно однозначно представить набором ячеек Морса-Смейла (CMS), которые сегментируют картографическое отображение поверхности дна на участки с «однородным» полем градиента глубины. В статье [5] рассмотрено соответствие геоморфологических элементов, формирующих каркас рельефа и элементов, образующих границы ячеек CMS.

Применительно к отображению подводного рельефа границы ячеек CMS образуют:

- критические точки, а именно: точки локальных максимумов (наименьшие глубины), точки минимумов (наибольшие глубины) и точки седел (седловинные точки);
- сепаратрисы – линии, соединяющие критические точки в определенном порядке.

Признаком существования критической точки является равенство в ней градиента глубины нулю. Сепаратрисы, соединяющие точки наименьших и наибольших глубин с точками седел, представляют собой монотонные линии, в каждой точке которых направление линии совпадает с направлением градиента глубины [4].

В точках наименьших  $Z_{min}$  и наибольших  $Z_{max}$  глубин может пересекаться неограниченное количество сепаратрис, а в точках седел  $Z_{sad}$  под углами, близкими к прямому, пересекаются только четыре сепаратрисы. Вышеприведенные правила образования границ ячейки CMS на подводном рельефе показаны на рис. 1.

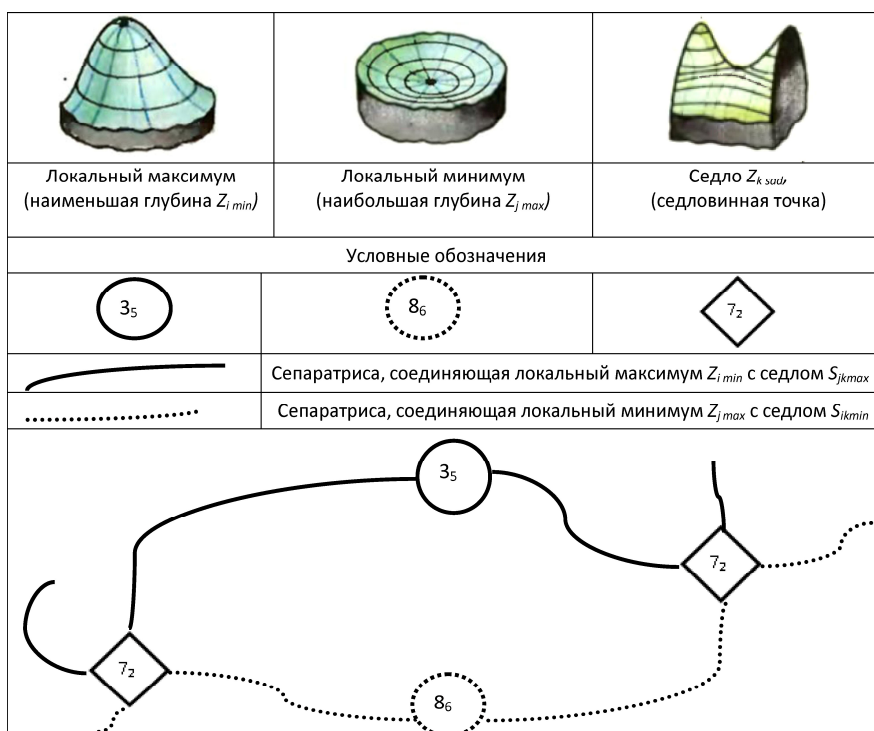


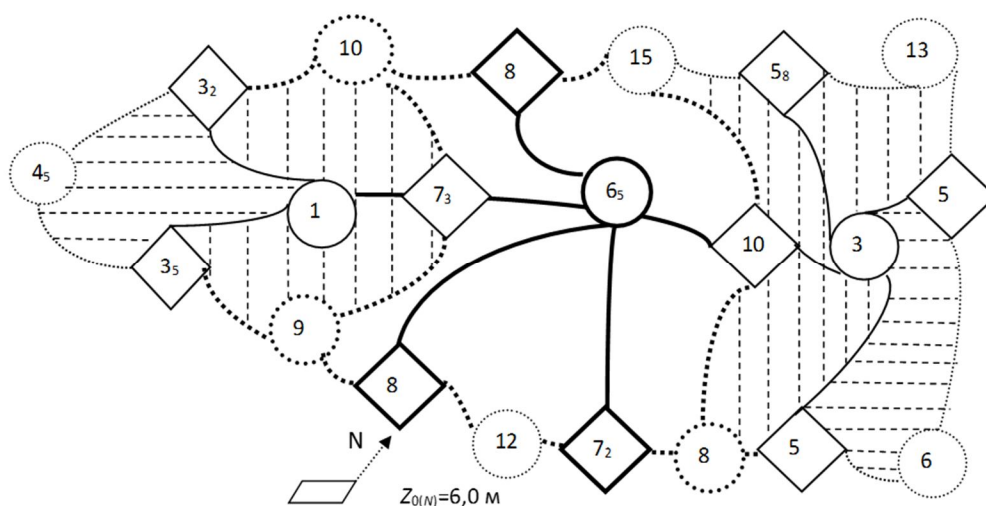
Рис. 1. Правила образования границ ячейки CMS на подводном рельефе

Каждая ячейка CMS представляет собой монотонную гладкую поверхность, в границах которой отсутствуют другие локальные максимумы и минимумы, кроме тех, где пересекаются сепаратрисы. Это позволяет сравнивать все принадлежащие ячейкам CMS глубины с известной навигационной глубиной корабля. В приведенной ниже таблице перечислены все возможные условия сравнения навигационной глубины корабля и глубин, принадлежащих ячейкам CMS.

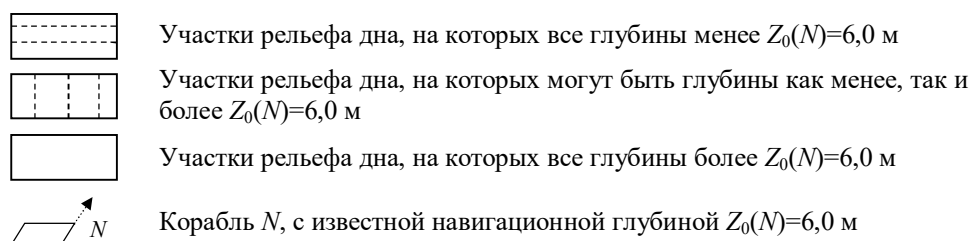
**Сравнение навигационной глубины корабля с глубинами в ячейках CMS**

№ пп	Сравнение с глубинами на сепаратрисах		Результат сравнения с глубинами в ячейке CMS
	Сепаратриса $S_{jkmax}$ , соединяющая локальный максимум $Z_{imin}$ с седлом $Z_{ksad}$	Сепаратриса $S_{jkmin}$ , соединяющая локальный минимум $Z_{jmax}$ с седлом $Z_{ksad}$	
1	Навигационная глубина меньше наименьшей глубины, принадлежащей сепаратрисе		Если для всех четырех сепаратрис, ограничивающих ячейку, выполняется условие 1, то в образованной ими замкнутой области все глубины больше навигационной глубины
	$Z_{0(N)} < Z_{imin} < Z_{ksad}$	$Z_{0(N)} < Z_{ksad} < Z_{jmax}$	
2	Навигационная глубина больше наибольшей глубины, принадлежащей сепаратрисе		Если для всех четырех сепаратрис, ограничивающих ячейку, выполняется условие 2, то в образованной ими замкнутой области все глубины менее навигационной глубины
	$Z_{0(N)} > Z_{ksad} > Z_{imin}$	$Z_{0(N)} > Z_{jmax} > Z_{ksad}$	
3	Навигационная глубина меньше наибольшей, но больше наименьшей глубины, принадлежащих сепаратрисе		Если хотя бы для одной из четырех сепаратрис, ограничивающих ячейку, выполняются условия 2 или 3, то в образованной ими замкнутой области могут быть глубины как больше, так и меньше навигационной глубины.
	$Z_{ksad} > Z_{0(N)} > Z_{imin}$	$Z_{ksad} < Z_{0(N)} < Z_{imax}$	

На рис. 2 показано отображение рельефа дна ячейками CMS. Используя таблицу, сравним глубины в ячейках CMS с известной навигационной глубиной  $Z_{0(N)}=6,0$  м некоторого корабля  $N$ . Как видно из рис. 2, в двух горизонтально заштрихованных ячейках все глубины будут меньше навигационной глубины корабля  $N$ , в пяти ячейках с вертикальной штриховкой могут быть глубины как менее, так и более вышеуказанной навигационной глубины. Участки рельефа в этих ячейках будут опасны для плавания корабля  $N$ . Наконец, оставшиеся пять не заштрихованных ячеек образуют замкнутый, ограниченный участок дна с наименьшей глубиной 6,5 м, соответственно, все остальные глубины в этих ячейках тем более будут больше навигационной глубины корабля  $N$ . Образованные сепаратрисами внешние границы этого участка отделяют его от опасных участков морского дна.



Условные обозначения:



**Рис. 2. Результаты сравнения навигационной глубины корабля  $N$  и глубин в ячейках CMS**

Таким образом, сегментирование картографического отображения рельефа дна на монотонные участки с известными наибольшими и наименьшими глубинами позволяет определять границы навигационных опасностей, образованных подводным рельефом, без интерполяции показанных на карте глубин.

До недавнего времени отбор глубин для определения границ ячеек CMS был затруднен вследствие недостаточной подробности материалов съемок рельефа дна и отсутствия необходимых алгоритмов. С появлением гидрографических средств площадного обследования дна и разработки автоматизированного метода нахождения линий сепаратрис на заданном наборе глубин [6] эта задача значительно упрощается. Дальнейшим развитием предлагаемого метода может быть разработка алгоритма изменения подробности отображения подводного рельефа, представленного ячейками CMS.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Система морских карт, руководств и пособий (часть 1). – СПб: ГУНиО МО, 1997. – 35 с.
2. РД 31.63.01-83 Руководство по определению оперативной проходной осадки судов на подходных каналах к морским портам, Министерство морского флота СССР. – М.: В/О «Мортехинформреклама», 1983. – 34 с.

3. Смирнова Е. Б., Канаев В. Ф., Богданов К. А., Мишин С. Н. Основы изображения подводного рельефа на морских картах. – Л., ЦКФ ВМФ, 1973. – 162 с.
4. Жуков Ю. Н. Математические инструменты описания картографического отображения рельефа Земли // Навигация и гидрография. – 2011. – № 32. – С. 60–69.
5. Абрамов А. М. Проблемы сравнения разных картографических отображений одного и того же подводного рельефа // Навигация и гидрография. – 2013. – № 36. – С. 54–60.
6. Жуков Ю. Н. Автоматизированный метод нахождения линий водоразделов и тальвегов // Навигация и гидрография. – 2013. – № 35. – С. 58–63 с.

***NONINTERPOLATION METHOD OF DETERMINING THE LIMITS OF DANGEROUS SEA BOTTOM AREAS ON CHARTS***

**A. M. Abramov** («GNINGI» OJSC)

*The method of determining the limits of navigationally dangerous sea bottom areas using the charts is considered. In this method the interpolation of depths shown on the charts is not required. It is shown that to determine such limits it is possible to use the representation of the submarine relief segmented into monochromatic sections.*



# ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ

УДК 551.551.08

## **СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ СПУТНИКОВОЙ СИСТЕМЫ**

**А. Б. ЛЕБЕДЕВ, Д. М. КАРАВАЕВ,  
Г. Г. ЩУКИН**  
(ВКА имени А. Ф. Можайского)

*В статье дан обзор и анализ современного состояния и перспектив развития отечественной метеорологической космической системы. Обоснованы пути повышения качества применения информации со спутников при оперативном гидрометеорологическом обеспечении.*

Основным целевым назначением метеорологической спутниковой системы (МСС) является обеспечение заинтересованных потребителей данными гидрометеорологических измерений из космоса. Спутниковая гидрометеорологическая информация (СГМИ) используется главным образом для задания исходного состояния атмосферы и подстилающей поверхности при разработке гидродинамических прогнозов. Метеорологические спутниковые системы в большинстве стран являются системами двойного назначения. Двойное назначение системы предполагает ее применение в мирных и в военных целях. Спутниковая ГМИ в ВС РФ используется в гидрометеорологических подразделениях для уточнения синоптического положения и краткосрочного прогнозирования. Особую актуальность СГМИ приобретает при освещении малонаселенных и труднодоступных районов Земного шара, а также территорий, на которых ведутся вооруженные конфликты и где нарушен обмен гидрометеорологическими данными. Кроме того, при использовании СГМИ могут быть эффективно решены некоторые задачи гидрометеорологического обеспечения, например, задача организации постоянной ледовой разведки в Арктике, которая необходима для обеспечения учебно-боевой подготовки разнородных сил и средств, базирующихся в данном регионе.

В Российской Федерации после кризисных годов орбитальная группировка метеорологических спутников создается практически заново. В рамках реализации мероприятий Федеральной космической программы (ФКП) предусматривается создание МСС, состоящей из геостационарных и полярно-орбитальных спутниковых подсистем (СПС), а также систем нового поколения [1]. В рамках ФКП и национальной программы «Мировой океан» разрабатывается многоцелевая спутниковая система «Арктика», в состав которой должны войти, в частности, высокоэллиптическая гидрометеорологическая подсистема «Арктика-М» и радиолокационная подсистема «Арктика-Р».

В настоящее время орбитальная группировка состоит из одного полярно-орбитального космического аппарата (КА) «Метеор-М» № 2 (запущен 8 июля

2014 г.) и геостационарного КА «Электро-Л» № 1 (работает с ограничениями, запущен 20 января 2011 г.). Целевая измерительная аппаратура, установленная на КА, охватывает необходимый для нужд гидрометеорологического обеспечения спектральный диапазон принимаемого излучения, и, в основном, удовлетворяет современным требованиям (см. табл. 1, 2).

Таблица 1

**Назначение и основные технические характеристики  
измерительной аппаратуры КА серии «Метеор-М»**

Наименование прибора	Спектральный диапазон	Полоса обзора, км	Разрешение, км	Область применения
Многоканальное сканирующее устройство малого разрешения (МСУ-МР)	0,5–12,5 мкм (6 каналов)	2900	1	Картирование облачности, подстилающей поверхности, в том числе ледового покрова, температура подстилающей поверхности
Модуль температурно-влажностного зондирования атмосферы (МТВЗА-ГЯ)	10,6–183,1 ГГц (29 каналов)	1500	16–198	Профили температуры и влажности, температура поверхности океана, интегральная влажность, водо-запас облаков, интенсивность осадков
Инфракрасный Фурье-спектрометр (ИКФС-2)	5–15 мкм	2000	35	Профили температуры и влажности, температура подстилающей поверхности, содержание озона и малых газовых компонент
Бортовой радиолокационный комплекс «Северянин-М» (БРЛК)	3,12 см (9,5–9,7 ГГц)	600	0,5/1,0	Мониторинг снежного и ледового покровов, гидрологических объектов, состоянии суши и растительности

Таблица 2

**Основные характеристики многоканальных сканирующих устройств  
МСУ-ГС КА «Электро-Л» и МСУ-ВЭ КА «Арктика-М»**

Номера каналов	Спектральный интервал, мкм	Область применения
1	0,50–0,65	Детектирование облачности, слежение за облаками-трассерами для определения ветра, наблюдения аэрозоля
2	0,65–0,80	
3	0,8–0,9	Детектирование облачности малых размеров
4	3,5–4,0	Детектирование низкой облачности, туманов, оценки температуры подстилающей поверхности для ночных условий
5	5,7–7,0	Наблюдения за водяным паром, оценки ветра, высоты полупрозрачной облачности
6	7,5–8,5	Наблюдения полупрозрачной слоистой облачности
7	8,2–9,2	

Номера каналов	Спектральный интервал, мкм	Область применения
8	9,2–10,2	Мониторинг общего содержания озона, ветер в нижней стратосфере
9 10	10,2–11,2 11,2–2,5	Оценка подстилающей поверхности, количества осаждаемой воды над океанами

По результатам эксплуатации первого полярно-орбитального КА серии «Метеор-М» № 1 в конструкцию КА «Метеор-М» № 2, а также ряда его приборов внесены усовершенствования. Удалось решить проблему низкой радиометрической точности ИК каналов радиометра МСУ-МР (точность улучшена до 0,01–0,08 К на КА «Метеор-М» № 2 по сравнению с 0,2–0,3 К на КА «Метеор-М» № 1 [2]), кроме того, до 2900 км увеличена его полоса обзора. На борту КА установлен качественно новый прибор ИКФС-2. Прошедшие после запуска КА «Метеор-М» № 2 летные испытания, а также опыт последующей эксплуатации показали, что все измерительные приборы, за исключением бортового радиолокационного комплекса «Северянин» (БРЛК), работают в штатном режиме, а характеристики приборов в основном соответствуют требованиям технического задания. Однако в процессе эксплуатации была выявлена электромагнитная несовместимость БРЛК и микроволнового температурно-влажностного зондировщика атмосферы МТВЗА-ГЯ (штатная работа приборов возможна при выключении одного из них). Следует отметить, что в мировой практике радиолокаторы на КА различного назначения, как правило, устанавливаются отдельно.

В 2016 – 2017 гг. планируется запуск двух полярных КА серии «Метеор-М» № 2-1 и № 2-2 (без БРЛК).

Геостационарный КА «Электро-Л» №1 функционирует с ограничениями и не обеспечивает в полной мере решение стоящих перед ним задач, поэтому его планируется заменить КА «Электро-Л» № 2, в измерительную аппаратуру которого внесен ряд усовершенствований. Запуск КА «Электро-Л» №2 намечен на декабрь 2015 г. В 2014 г. было также принято решение увеличить до пяти серию геостационарных КА серии «Электро-Л» (ранее планировалось запустить только три таких КА) [3].

Кроме производства наблюдений из космоса, на геостационарные метеорологические КА «Электро-Л» и на специально предназначенные для этих целей геостационарные КА сбора данных «Луч-5М», возлагаются задачи приема и ретрансляции данных от автономных метеорологических платформ, а также ретрансляции и обмена метеорологической информацией.

К 2019 г. в РФ планируется создать полноценную орбитальную группировку метеорологических КА, состоящую из:

- трех оперативных гидрометеорологических полярно-орбитальных КА «Метеор-М» и одного океанографического КА «Метеор-М» № 3;
- трех оперативных геостационарных КА «Электро-Л», расположенных в точках стояния 14,5 з. д., 77,8° и 166° в. д., и одного резервного КА;
- двух оперативных КА «Арктика-М» на высокоэллиптических орбитах.

С целью создания опережающего задела разрабатывается новая бортовая аппаратура для перспективного полярного КА «Метеор-МП». Назначение и основные характеристики измерительной аппаратуры КА серии «Метеор-МП» представлены в табл. 3. Новые приборы будут иметь более широкие спектральные диапазоны изме-

рений и полосы обзора, улучшенные характеристики пространственного и радиометрического разрешения. Кроме того, на перспективные КА планируется установить аппаратуру радиозатменного мониторинга атмосферы и бистатической радиолокации земной поверхности (АРМА-МП) и новый гелиогеофизический аппаратный комплекс (ГГАК-МП). Запуск первого экспериментального КА планируется осуществить в 2021 г.

Таблица 3

**Назначение и основные технические характеристики измерительной аппаратуры перспективных КА серии «Метеор-МП»**

Наименование прибора	Спектральный диапазон	Полоса обзора, км	Разрешение, м	Область применения
Многоканальное сканирующее устройство малого разрешения (МСУ-МР-МП)	0,4–12,5 мкм (17 каналов)	2900	500	Картирование облачности, подстилающей поверхности (в том числе ледового покрова), температура подстилающей поверхности
Многозональное сканирующее устройство коротковолнового ИК диапазона (МСУ-ИК-МП)	3,5–4,1; 8,1–9,1 мкм	122	38	Получения данных о параметрах атмосферы, снежного и ледяного покровов и других характеристиках
Инфракрасный Фурье-спектрометр (ИКФС-3)	3,6–15,5 мкм	2200	15 000	Профили температуры и влажности, температура подстилающей поверхности, содержание озона и малых газовых компонент
Модуль температурно-влажностного зондирования атмосферы (МТВЗА-ГЯ-МП)	6,9–183,3 ГГц (30 каналов)	2200	9 000 – 160 000	Профили температуры и влажности, температура поверхности океана, интегральная влажность, водозапас облаков, интенсивность осадков
Метеорологический бортовой радиолокационный комплекс (МБРЛК)	9,55 ГГц	80/750/750	50/300/1000	Мониторинг ледовой обстановки
Спектрометр для определения газового состава атмосферы (СА-МП)	240–2400 нм (8 каналов)	1000	20 000	Определение концентрации аэрозолей и газового состава атмосферы

С целью создания опережающего задела в настоящее время разрабатывается и новая бортовая аппаратура для перспективного геостационарного КА «Электро-М».

Число спектральных каналов многоканального нового сканирующего устройства малого разрешения МСУ-МР-ГСМ предполагается увеличить до 17 с одновременным улучшением их пространственного и радиометрического разрешения [2]. Для перспективных геостационарных КА «Электро-М» разрабатываются качественно новые приборы: инфракрасный Фурье-спектрометр, детектор молний, радиометр радиационного баланса, которые позволят проводить измерения полей температуры, влажности и параметров ветра, измерения радиационного баланса, а также мониторинг грозовой деятельности (в глобальном масштабе). Запуск первого экспериментального КА «Электро-М» планируется осуществить в 2021 г.

Для квазинепрерывного обеспечения Арктического региона гидрометеорологической информацией создается высокоэллиптическая гидрометеорологическая спутниковая подсистема «Арктика-М», в состав которой должны входить два КА, которые будут зависать, двигаясь по высокоэллиптическим орбитам над Арктическим регионом, последовательно сменяя друг друга, и обеспечивать периодичность производства наблюдений, равную, как и у геостационарных спутников, 15–30 минут. В качестве целевой аппаратуры на КА «Арктика-М» предполагается устанавливать аппаратуру, идентичную той, которая устанавливается на геостационарных КА «Электро-Л» – многозональное сканирующее устройство МСУ-ВЭ [2] (см. табл. 2).

В настоящее время в РФ функции наземной специальной подсистемы метеорологической спутниковой системы выполняет государственная территориально-распределенная система космического мониторинга Росгидромета (ГТРС). Основу ГТРС составляет ведущая организация Росгидромета по приему и тематической обработке данных измерений с национальных и зарубежных гидрометеорологических спутниковых систем – Научно-исследовательский центр космической гидрометеорологии «Планета» (ФГБУ «НИЦ «Планета»).

Учреждения ГТРС формируют около 500 видов тематических продуктов [4], их качество и количество постоянно повышаются. Эффективная работа с большим числом информационных продуктов возможна при высоком уровне автоматизации процессов обработки, архивации и представления информации. В последние несколько лет в НИЦ «Планета» активно ведутся работы, направленные на создание единой унифицированной системы, обеспечивающей однотипную работу с данными, автоматически формируемыми в различных территориально распределенных Центрах приема и обработки спутниковой информации.

В гидрометеорологические подразделения информация со спутников поступает двумя путями: из учреждений Росгидромета и непосредственно со спутников на автономные пункты приема и обработки спутниковой метеорологической информации (АППИ).

Как показывает опыт метеорологического обеспечения, доступной для первичных гидрометеорологических подразделений ВС РФ оказывается далеко не вся продукция НИЦ «Планета». Одной из причин этого является то, что до недавнего времени единая централизованная система распространения метеорологической информации в ГМС ВС РФ отсутствовала. В последние годы предпринимаются усилия по созданию такой системы.

Для приема спутниковой информации КА «Метеор-М» № 2 в режиме прямой передачи данных может быть использован штатный АППИ, который в настоящее время обеспечивает прием данных приборов МСУ-МР и МТВЗА-ГЯ. Информация с прибора МСУ-МР представляет собой изображения облачности и подстилающей по-

верхности и может быть использована для синоптического анализа атмосферных процессов и явлений. Оперативные данные прибора МТВЗА-ГЯ в настоящее время в подразделениях не используются. Прием данных остальных приборов КА «Метеор-М» № 2 на штатный АППИ не осуществляется. Улучшение ситуации связано с внедрением новых разработок АППИ, работающих в  $X$ -диапазоне частот.

Дальнейшее совершенствование измерительной аппаратуры, планируемой к установке на перспективные КА «Метеор-МП» и «Электро-М», осуществляется путем разработки как качественно новой аппаратуры, так и совершенствования ранее созданной за счет расширения и оптимизации принимаемых спектральных диапазонов, увеличения полос обзора, улучшения характеристик пространственного и радиометрического разрешения. Рост объемов получаемой спутниковой информации неизбежно приводит к необходимости более широкого использования для передачи спутниковых данных высокочастотных каналов связи ( $X$ -,  $K$ -диапазона частот). Ближайшая перспективная задача связана с внедрением разработки АППИ нового поколения, обеспечивающего прием информации со спутников в  $X$ -диапазоне частот.

Тематическая обработка спутниковой информации, как и прием этой информации в метеорологических подразделениях ВС РФ, выполняется на АППИ. По сути, АППИ совмещает в себе функции как технических средств передачи, так и технических средств обработки информации. С точки зрения теории современной информационной техники, такое совмещение не является оправданным. Тематическую обработку спутниковой информации целесообразно выполнять вместе с обработкой других видов поступающей метеорологической информации на специально предназначенных для этого технических средствах обработки информации. Штатным средством обработки метеорологической информации в настоящее время является автоматизированное рабочее место военного гидрометеоролога (АРМ-ВГМ). Следует заметить, что в АРМ-ВГМ уже реализованы простейшие виды тематической обработки спутниковой информации, использующиеся при синоптическом анализе. В пользу полноценной тематической обработки на АРМ-ВГМ говорит еще и то, что она относится к классу обратных некорректно поставленных задач атмосферной оптики, требующих для своего решения использования априорной информации, в качестве которой выступает, в частности, актуальная диагностическая и прогностическая метеорологическая информация. Получение актуальной метеорологической информации из доступных источников и ее усвоение является достаточно сложной самостоятельной технической задачей, которая в АРМ-ВГМ уже решена. В настоящее время выполняется опытно-конструкторская работа по модернизации программно-технического комплекса АРМ-ВГМ-М.

Важнейшим процессом технологии производства спутниковых измерений является калибровка и проверка качества данных измерений – валидация. В процессе калибровки уточняются калибровочные коэффициенты, которые используются для перехода от измеряемого на КА выходного напряжения к характеристикам приходящего излучения (радиояркой температуры). Проблема проверки качества информационных продуктов спутниковых данных не решена. Следует отметить, что калибровка/валидация – это не единовременный акт, а непрерывный процесс, действующий в течение всего времени целевого использования космического аппарата на орбите.

Проблема калибровки может решаться путем кросс-калибровки, т. е. путем сравнения измеряемых величин с результатами «синхронных» измерений одних и тех

же природных объектов с помощью аналогичных, но уже откалиброванных в течение ряда лет спутниковых приборов, которые принимаются за эталонные. Однако перспективы использования данного метода ограничиваются целым рядом разных причин, среди которых следует учитывать возможности прекращения эксплуатации космических систем (например, американских КА серии POESS), политических ограничений на распространение спутниковых данных и т. д.

Другим путем решения проблемы является создание системы тестовых наземных полигонов калибровки/валидации. В настоящее время в РФ постоянно действующая система калибровки/валидации спутниковых данных гидрометеорологического назначения отсутствует. Система калибровки и валидации информации российских КА создается на базе наблюдательной сети Росгидромета, а также пяти полигонов (ААНИИ, СПбГУ, ГГИ, ИО РАН, ИФА РАН и ИЛ СО РАН). В ближайшей перспективе тестовые полигоны должны быть оборудованы современной измерительной аппаратурой и средствами телекоммуникаций. Необходимо создавать не только стационарные, но и подвижные платформы (самолетные, корабельные для проведения подспутниковых измерений над океаном). Полигоны не должны функционировать независимо друг от друга, для чего необходимо создание оперативно-методического центра по использованию спутниковых данных.

### **Выводы**

Таким образом, планируемая к созданию к 2019 г. отечественная спутниковая метеорологическая группировка будет соответствовать требованиям гидрометеорологического информационного обеспечения ВС РФ. Для успешного же развития наземной инфраструктуры необходимо реализовать ряд мероприятий по применению новых методических подходов к оперативной обработке и использованию всего объема получаемой по данным измерений с космических аппаратов СГМИ:

- следует усовершенствовать систему передачи тематических продуктов из учреждений Росгидромета (НИЦ «Планета» и др.) в подразделения ВС РФ. В Вооруженных силах должна быть создана единая система распространения гидрометеорологической информации;

- целесообразно создать методический центр по проблеме использования спутниковых данных в подразделениях ВС РФ. Задачи Центра – испытания новых видов целевой аппаратуры КА, отработка методических вопросов тематической обработки данных ИСЗ, развитие методов прогнозирования и анализа на основе современных методов комплексирования разнородной информации для оперативного обеспечения подразделений ВС РФ, развитие методологических вопросов валидации спутниковых данных, подготовка специалистов. Подобный Центр может быть создан на базе ВКА имени А. Ф. Можайского, имеющего методический задел по тематике, а в качестве экспериментального полигона валидации на северо-западе РФ может быть использован полигон Лехтуси (Ленинградская обл.);

- с целью обеспечения ситуационной осведомленности и наблюдения быстропротекающих процессов в Арктическом регионе, а также организации постоянной ледовой разведки следует ускорить развитие многофункциональной спутниковой системы «Арктика» и разработку радиолокационных средств для всепогодного наблюдения полярных районов РФ;

- для повышения качества спутниковой информации необходимо создать сеть специализированных полигонов на территории РФ для калибровки/валидации информационных продуктов, получаемых с КА.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральная космическая программа России на 2006 – 2015 гг. с изменениями, утвержденными постановлением Правительства Российской Федерации от 31 марта 2011 г. № 235.
2. Карелин А. В., Любченко Ф. Н., Маргун О. К., Никитин Е. А. Космическая группировка оперативного мониторинга территории России // Тр. II Всерос. научн. конф. «Экология и космос» имени академика К. Я. Кондратьева. – СПб: ВКА имени А. Ф. Можайского. – 2015. – С. 146–150.
3. Хартов В. В., Мартынов М. Б., Бабышкин В. Е. и др. Новая высокоэллиптическая гидрометеорологическая космическая система «Арктика-М» // Вестник НПО имени С. А. Лавочкина. – 2014. – № 3. – С. 104–108.
4. Бурцев М. А., Антонов В. Н., Ефремов В. Ю. и др. Система работы с распределенными архивами результатов обработки спутниковых данных центров приема НИЦ «Планета» // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2012. – Т. 9. – № 5. – С. 55–76.

**STATE AND PROSPECTS OF DEVELOPMENT FOR METEOROLOGICAL SATELLITE SYSTEMS**

**A. B. Lebedev, D. M. Karavayev, G. G. Shchukin** (Mozhaisky Military Space Academy)

*The overview and analysis of the current state and prospects for development of domestic meteorological space systems are presented. The technological aspects and ways to improve the quality of the operational use of satellite hydrometeorological information are discussed.*

УДК 528.92

**ЧТО ТАКОЕ ПРОГНОЗ ПОГОДЫ?**

**Ю. Н. ЖУКОВ** (ОАО «ГНИНГИ»)

Решение уравнений гидродинамики, «отредактированное» интеллектом синоптика, и есть прогноз погоды.

А. А. Васильев, Р. М. Вильфанд, «Прогноз погоды», 2008.

*Прогнозы погоды основаны на закономерностях таксономического типа и не являются причинно-следственными выводами. В настоящее время при разработке прогнозов полагается, что в значениях метеорологических наблюдений отражаются законы изменчивости атмосферы. Показано, что эта точка зрения не учитывает круговоротов вещества и энергии в атмосфере. Предложено принципиально новое направление разработки прогнозов, основанное на выявлении латентных не причинных закономерностей круговоротов вещества и энергии.*

Мотивом к написанию этой статьи послужила лекция профессора Брайана Хоскина, прочитанная на шестнадцатом конгрессе ВМО 2011 года. Текст лекции опубликован в Бюллетене ВМО [1]. Дело в том, что смысл названия лекции резко контрастирует с ее содержанием. Противоречия в употреблении некоторых понятий заставили уточнить их. Это послужило причиной для классификации принципов прогнозов погоды, а затем – формулировки нового принципа прогноза. Результаты этих



исследований представлены в этой статье. Далее вместо прогноза погоды будем писать просто прогноз, а под прогнозом понимать прогнозы всей линейки заблаговременности.

Лекция Брайана Хоскинса носит название «Предсказуемость за пределами детерминистических ограничений», а содержание лекции посвящено обоснованию возможности долгосрочного прогнозирования погоды. Здесь обнаруживается противоречие между смыслом названия и смыслом содержания. Действительно, детерминизм – это научный принцип, означающий, что в природе: а) ничто не может возникнуть из ничего или перейти в ничто; б) ничто не происходит необусловленным и полностью нерегулярным путем, иначе говоря, – незакономерным, произвольным образом [2]. Эти два положения соединяются в следующем принципе: все детерминируется в соответствии с законами природы. За пределами этого принципа нет науки. Поэтому смысл названия лекции можно представить так: «Предсказуемость за пределами науки» или «Предсказуемость за пределами научных законов». Следовательно, название лекции абсурдно. Далее, в содержании лекции указывается, что под понятием «пределы ограничений» понимается интервал времени, для которого теоретически возможен прогноз с использованием гидродинамических уравнений. Этот интервал оценивается в две недели. Здесь некорректность состоит в том, что предел прогнозирования для частного типа прогноза (гидродинамического) неявно распространяется не только на все типы прогнозов, но и на детерминистический принцип. Такое неразборчивое употребление понятий в логике науки носит название ошибки композиции понятий [3].

Все это свидетельствует о том, что в области теории прогнозов присутствуют логико-эпистемологические ошибки в аргументации [4]. Причиной этого является некорректное понимание детерминистических свойств методов прогноза.

Методы прогноза основаны на общенаучных принципах, физических и собственно метеорологических законах. Последние формулируются на основе метеорологических наблюдений. Поэтому методы прогнозирования различаются, с одной стороны, по типу лежащих в основе законов, а с другой, – по типу понимания роли наблюдений в представлении законов изменчивости атмосферы. Для второго случая существуют два варианта. Здесь можно полагать, что в наблюдениях либо явно отражаются законы изменчивости атмосферы, либо эти законы отражаются опосредованно, т. е. реальные законы изменчивости скрыты в наблюдениях, и их необходимо выявить.

Традиционно классификация прогнозов дается или по заблаговременности, или по используемому математическому методу, или по названию прогнозируемого метеорологического элемента. В отличие от этого, дадим классификацию прогнозов по типу научных законов, на которых они основаны. Логическая форма научного прогноза основывается на теории объяснения К. Г. Гемпеля [5] и представляет собой заключение на основе логического вывода. Заключение состоит в получении из точного знания – высказываний о научных законах и высказываний об эмпирически наблюдаемых условиях – новых сведений о неизвестном еще положении вещей. Прогноз служит инструментом познания в двух отношениях: во-первых, он сам представляет новое знание и, во-вторых, он верифицирует (после того как он удостоверен) уже имеющиеся знания, а именно предпосылки прогноза – законы и условия.

Закон природы – это связь, которая характеризуется основными признаками существенного отношения: всеобщностью, необходимостью, повторяемостью,

устойчивостью. Следует отметить, что все законы явно или неявно включают понятие класса, поскольку все они относятся, скорее, к видам или классам фактов, чем к отдельным фактам. Единичность и уникальность события в закон не укладывается. Закон – связь, но не только временная. Тип закона определяет специфику на нем основанного прогноза.

Законы подразделяются на причинные (каузальные) и не причинные [2]. Основопологающим признаком причинных детерминаций является то, что причина не просто непременно предшествует следствию, но и с необходимостью порождает его. Причинный закон проявляет себя во всеобщности, однозначности, временной определенности, он позволяет получить «точный» прогноз. Непричинный закон характеризуется статичностью (нет временного параметра), неустойчивостью проявления в последовательности связанных событий, на его основе нельзя получить «точный» прогноз.

Закон принимает статус причинного, только если он подтверждается посредством воспроизведения в контролируемых экспериментах. Для метеорологических законов этот физический идеал недостижим. Поэтому законы метеорологии относятся к не причинному типу. В то же время принцип причинности широко используется в метеорологии как необходимый принцип мышления, понимания и объяснения метеорологических явлений и их последовательностей. Непричинные законы не позволяют формулировать причинные объяснения.

Непричинные делятся на следующие типы: функциональные, таксономические, структурные, кинематические (синхронизация-цикличность), статистические и т. д. Обычно метод прогноза основывается на некотором подмножестве этих законов, причем с различной степенью использования.

Разобьем условно прогнозы по трем категориям: синоптические, гидродинамические и статистические. Рассмотрим типы законов, на которые опираются эти категории прогнозов.

*Категория синоптических прогнозов.* В этой категории рассмотрим следующие методы: собственно, синоптический – метод анализа синоптических карт, блокирования и аналогов, подобные методам Г. Я. Вангенгейма – А. А. Гирса и Б. П. Мультиановского.

Таксономический закон – основной тип закона, используемый в этих методах прогноза. Поэтому такие законы, по сути, являются классификациями, т. е. утверждениями о включении в класс, и представляют собой простейшие из всех типов утверждений о законах. В таких законах нет временного следования. Здесь связи не подвержены изменению во времени. Действительно, в синоптическом методе, например, синоптик экспертным путем определяет воздушную массу, в которой находится пункт прогнозирования. Это, в частности, может быть воздушная масса тыла циклона или воздушная масса антициклона. На основе классификации воздушной массы синоптик определяет обычно встречающиеся в ней погодные условия и экстраполирует их на время прогноза. В методах блокирования и аналогов также в основном применяют методы классификации погодных условий. Здесь на основе некоторых критериев типизируются погодные условия, а затем текущее состояние атмосферы относится к близкому типу, несмотря на то, что они рассматриваются как динамически детерминированные процессы. Таким образом, индивидуальные временные особенности стираются, а с ними уходит и «индивидуальное» время процесса. Время переходит в «моменты времени» перехода от одного типа погоды к друго-

му. А следствием является то, что, как указано в работе [6], ошибки моделей прогнозов обусловлены неспособностью их предсказать смену класса, например, от зонального – к блокирующему.

В этой категории прогнозов используются и другие типы законов. Так, в синоптическом методе для экстраполирования перемещения циклонов используется кинематический тип законов. Здесь все методы используют структурные законы для описания пространственного размещения метеорологических образований.

Объяснительные возможности таксономических законов чрезвычайно слабые, традиционная фраза «погода определяется тылом циклона» не является объяснением – это констатация факта.

*Категория гидродинамических прогнозов.* Эта категория прогнозов базируется на законах функционального типа и представляет собой системы дифференциальных уравнений в частных производных – просто динамических или термодинамических. Физические величины, входящие в них, связаны друг с другом симметричными функциональными отношениями, которые не могут быть однозначным образом разбиты на связи «причина – действие». Поэтому дифференциальные уравнения не отражают причину как форму детерминации. Действительно, дифференциальные уравнения утверждают не то, что изменения вызваны чем-то, а лишь то, что они либо сопровождаются некоторыми другими изменениями, либо последние за ними следуют. Члены уравнений определяют связи, но не причины. Дифференциальные уравнения являются «дифференциальным аналогом» термодинамических уравнений состояния для морской воды или воздуха. Они не могут быть непосредственно проверены экспериментально, даже будучи истолкованными на основании метеорологических понятий. В самом деле, лишь уравнения в конечных разностях и интегральные соотношения, такие как решения дифференциальных уравнений, могут быть сопоставлены с эмпирическими данными. Но проблема сохраняется в том, что разностные уравнения имеют решения, отличные от дифференциальных, и в том, что нет доказательства существования решений для дифференциальных уравнений даже во множестве гладких функций. Для этой категории прогнозов реальное время моделируется изменением граничных и начальных условий, а не символом буквы  $t$ . Этот символ всего лишь индексирует связи между мгновенными бесконечно малыми изменениями физических величин, входящими в систему уравнений.

*Категория статистических прогнозов.* К этой категории отнесем методы прогноза, основанные на статистическом описании пространственно-временной изменчивости состояний атмосферы, – различные методы регрессии, повторяемости и т. д. В них, как и в синоптических прогнозах, в основе лежит идея классификации, т. е. таксономический закон, но на основе статистических методов классификации. Статистические методы прогноза базируются на статистических пространственно-временных взаимосвязях метеорологических элементов, выявленных путем обработки массивов метеонаблюдений. Взаимосвязи проявляются в конкретных формальных схемах, например, уравнениях регрессии или диаграммах. Таким образом, эти методы прогноза, кроме основных статистических законов, используют функциональные и структурные законы.

Здесь следует обратить внимание на существенное различие между эмпирическим статистическим мировоззрением и математической теорией вероятностей. Это слабо связанные между собой понятия. При разработке статистических прогнозов

используется понятие случайности. В статистическом мировоззрении случайность может пониматься как [7]:

- а) непонятая закономерность;
- б) скрещивание несогласованных процессов;
- в) уникальность;
- г) неустойчивость изменения;
- д) относительность знания;
- е) имманентная случайность.

В метеорологии применяются неявно и одновременно все эти точки зрения. Однако в этом списке следует выделить последний тип случайности. Он может соотноситься только с гидродинамическими моделями. Именно имманентная случайность определяет временной предел предсказуемости гидродинамических прогнозов (две недели), и именно эта точка зрения на случайность стоит за названием статьи Хоскинса [1].

Статистические законы справедливы для больших совокупностей событий. Они являются коллективными регулярностями. В метеорологии термин «вероятностный закон» часто употребляется как синоним «статистического закона», но такое применение может ввести в заблуждение, поскольку «вероятность» является математическим понятием, и лишь предложения теории вероятностей следует называть вероятностными законами.

Применение математической вероятности в метеорологии сложно обосновать. Дело в том, что в метеорологии используется теория вероятностей Колмогорова, основанная на математической теории меры. Однако в этой теории не определено понятие «случайности». Кроме того, эмпирические повторяемости можно интерпретировать как вероятности, только если наблюдается устойчивость частот. Это условие на практике никогда не выполняется, что следует уже из того факта, что среднеквадратические отклонения существенно изменяются от интервала выборки и от дискретности наблюдений.

Итак, все методы прогнозирования основаны на непричинных законах. По типам непричинных законов методы прогноза можно разделить на два класса. Один из них таксономический, а другой – функциональный. К первому относятся методы, в которых используется таксономические законы, это категории синоптических и статистических прогнозов. К функциональному классу относится категория гидродинамических прогнозов. Прогностический предел функционального класса прогнозов – две недели, а таксономического – в принципе ничем не ограничен. Профессор Хоскинс в своей статье [1] как раз и доказывает применимость таксономического класса прогнозов в метеорологии.

Далее будем рассматривать только прогнозы, относящиеся к таксономическому классу. Они обладают большим потенциалом практической полезности уже потому, что у них значительно больший интервал прогнозирования, чем у функциональных. Однако в настоящее время оправдываемость таких прогнозов оставляет желать лучшего. Причины последнего обстоятельства следует искать: а) в свойствах изменчивости атмосферы (онтологические причины); б) в том, как наблюдения отражают эту изменчивость (эпистемологические проблемы); в) в восприятии временной последовательности состояний атмосферы (логические проблемы).

Обсуждение начнем с *логических проблем*. Метеорологические наблюдения представляют собой дискретные во времени последовательности. При этом измене-

ние атмосферы познается как последовательность состояний, подобно тому, как на экране последовательность кадров создает впечатление о движении. В то же время состояние атмосферы является системой качеств, а не событием или цепью событий. Каждое состояние является результатом совокупности детерминирующих факторов; точнее сказать, значения параметров, конкретизирующих его, являются результатом как внутренних процессов, так и внешних связей. Следовательно, одно состояние не может действовать на другое состояние как причина; в частности, не может быть причинных связей ни между состояниями, ни между любыми другими системами качеств. Состояния не являются причинами, а просто являются antecedентами более поздних состояний. Рассматривать состояния как причины означает впасть в логическую ошибку: *post hoc, ergo propter hoc*. «После этого – значит по причине этого» – логическая уловка, при которой причинно-следственная связь отождествляется с хронологической, временной.

*Онтологические проблемы.* Очевидно, что атмосфера является целостным, но не замкнутым образованием. Изменчивость атмосферы, кроме внутренних факторов, существеннейшим образом зависит от внешних условий: солнечной, геологической и биотической активности. Влияние внешних условий на эволюцию атмосферы надо признать причиной. Соответствующая картина эволюции атмосферы дается синтезом самодетерминации и внешней детерминации, в котором внешние причины понимаются как развязывающие внутренние процессы. Целостность эволюции атмосферы обеспечивается круговоротами вещества и энергии, взаимодействием магнитных полей с теллурическими токами и т. д. Можно сказать, что эволюцию атмосферы определяет взаимодействие всего со всем. Главным в этом представлении является понимание атмосферы как многоуровневой развивающейся целостности. Эволюция атмосферы – чрезвычайно сложный процесс.

*Эпистемологическая проблема.* Эта проблема пограничная, в ней отражается роль метеорологических наблюдений как связующего звена между логической и онтологической проблемами. Метеорологические наблюдения включают элементы двух сортов: физические (термодинамические) величины, например, температуру и влажность воздуха, и собственно метеорологические величины, например, количество и тип (род) облачности. В подавляющем большинстве прогнозы используют и предсказывают физические величины. Этим свидетельствуется, что в измеряемых в метеорологии физических величинах непосредственно и явно отражаются законы эволюции атмосферы. Однако эволюция атмосферы определяется круговоротами вещества и энергии, которые в физических величинах не находят явного отражения, а проявляются только опосредованно. Законы круговоротов коренятся в физических законах, но не сводятся к ним. Законы круговоротов остаются скрытыми (латентными) в физических величинах. Кроме того, традиционно в прогностической практике считается, что вполне возможен прогноз отдельной физической величины, например, температуры воздуха, и таким образом неявно предполагается независимость физических величин друг от друга. Это не соответствует целостной эволюции атмосферы.

Подводя итог, можно сказать, что логическая проблема должна просто учитываться метеорологами при разработке методов прогноза, онтологическая проблема имеет объективное значение, и обойти ее невозможно, и только эпистемологическая проблема может быть разрешена. Представляется, что эпистемологическую проблему можно разрешить, учитывая то, что атмосфера эволюционирует как единое целое. Поэтому следует считать, что характеристики этой эволюции латентны и должны

представлять собой многомерные комплексы из измеряемых физических величин. Эти комплексы следует выявить, восстановить по ним закономерности круговоротов и разработать прогностические схемы. Закономерности должны относиться к типу непричинных. Явным проявлением закономерностей в круговоротах атмосферы могут служить природные (ландшафтные) зоны суши, в которых климатические условия – температура, увлажнение, цикличность их изменений, являются определяющими факторами. Вполне возможно, что приемлемым способом для этого могут служить интервальные метеорологические величины, описанные автором в работе [8]. Некоторые обнадеживающие косвенные результаты можно найти в статьях [9, 10].

Таким образом, показано, что возможно принципиально новое направление разработки прогнозов, основанное на выявлении латентных непричинных закономерностей круговоротов вещества и энергии. Для этого следует выявить латентные характеристики закономерностей, используя интервальные комплексы метеорологических величин.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Хоскинс Б. Предсказуемость за пределами детерминистических ограничений // Бюллетень ВМО 61 (1). – 2012. – С. 33–36. (Англоязычный вариант: Hoskins B. Predictability Beyond the Deterministic Limit // WMO Bulletin 61 (1) – 2012. – P. 33–36.)
2. Бунге М. Причинность: место принципа причинности в современной науке. – М.: Едиториал УРСС, 2010. – 512 с.
3. Коэн М. Р., Нагель Э. Введение в логику и научный метод. – Челябинск: Социум, 2010. – 655 с.
4. Войшвилло Е. К., Дегтярев М. Г. Логика. – М.: Изд-во ВЛАДОС-ПРЕСС, 2001. – 528 с.
5. Гемпель К. Г. Логика объяснения. М.: Дом интеллектуальной книги, Русское феноменологическое общество, 1998. – 240 с.
6. Шакина Н. П., Иванова А. Р. Блокирующие антициклоны: современное состояние исследований и прогнозирования // Метеорология и гидрология, 2010, № 11. – С. 5–18.
7. Чайковский Ю. В. О природе случайности. – М.: Центр системных исследований – Институт истории естествознания и техники РАН, 2004. – 280 с.
8. Жуков Ю. Н. Метеорологические величины (в печати).
9. Hajjar C., Hamdan H. Kohonen Neural Networks for Interval-valued Data Clustering // International Journal of Advanced Computer Science. – 2012. – Vol. 2. – No. 11, Nov. P. 412–419.
10. Hajjar C., Hamdan H. Self-Organizing Map based on city-block Distance for Interval-valued Data // Complex systems desing & management. Proceedings of the second international conference on complex systems & design (CSDM2-2011). – Springer, 2011. – P. 181–292.

#### ***THE WEATHER FORECAST. WHAT IS IT?***

**Y. N. Zhukov** («GNINGI» OJSC)

*The weather forecasts are based on taxonomic type regularities and are not the cause-and-reason conclusions. At present, when developing the forecasts, it is considered that the values of meteorological values reflect the laws of atmosphere changeability. It is shown that this point of view does not take the cycle of matter and energy in the atmosphere into account. The completely new direction of development of forecasts based on revealing the latent noncasual regularities of cycles of the matter and energy is suggested.*

### **ВЕТЕР КАК ПОНЯТИЕ**

**Ю. Н. ЖУКОВ** (ОАО «ГНИНГИ»)

Вокруг носа вьется, а в руки не дается.

Детская загадка

*Ветер – это круговорот воздуха атмосферы. Сравнивается народное представление о ветре и метеорологическое. Предложено интервальное описание ветра.*

Ветер – один из важнейших метеорологических элементов, определяющих возможность проведения морских операций военного и гражданского назначения. В настоящее время прогноз ветра осуществляется в основном с суточной заблаговременностью [1, 2]. Прогнозирование ветра с заблаговременностью более суток – актуальная задача метеорологии. В статье предлагается возможное направление создания методов прогнозирования ветра. Выбор направления определяется анализом понятия «ветер». Понятие – это смысл слова, то есть мысль, отражающая существенные признаки предмета, обозначаемого словом. Наука строится на понятиях. Без четкого очерченного смысла понятия научное мышление становится ограниченным, случайным и неэффективным.

Ветер и человек всегда были рядом и вместе. С одной стороны, ветер – это атмосферное явление, встречающееся в повседневной жизни всякого человека, а с другой, – ветер является одним из важнейших элементов, изучаемых в метеорологической науке. Все люди, в том числе и метеорологи, с младенческого возраста знакомы с ветром. Знакомство начинается задолго до того, как они начинают говорить и ходить. Это атмосферное явление встроено в повседневные ощущения, и понятие, ему соответствующее, кажется очевидным. Что в понятии «ветер» может быть не ясно? По мнению автора, именно за этой ясностью и скрываются проблемы, связанные с тем, что в повседневном и научном языках используется одно и то же слово «ветер», но в различном смысле.

Современный урбанизированный человек о ветре узнает из СМИ, но еще недавно вплоть до второй половины XX века жизнь протекала в непосредственном контакте с природой. Опыт существования человека под воздействием ветра отражается в метеонимах ветра – имен собственных, представляющих это явление в народной лексике. Они, по сути дела, репрезентируют человеческий опыт наблюдений за всей совокупностью метеорологических явлений, так как он учитывался в практической деятельности. В связи с этим целесообразно систему метеонимов ветра сопоставить с его метеорологическим представлением.

Язык сохранил до наших дней мудрость, накопленную предками о погоде. В русском народном языке существуют сотни имен собственных, означающих ветровые условия. Следует отметить, что в народном языке самого слова «ветер» не было до XX века. В первом прижизненном и во втором изданиях словаря В. И. Даля отсутствует статья со словом «ветер» [3]. Это слово появляется только с третьего издания

словаря, опубликованного в 1903 г., когда редактором издания стал француз И. А. Бодуэн-де-Куртинэ [4].

Во всех народных языках ветер носит разнообразные имена, отражающие многообразие его признаков. В основе большинства имен ветра лежит сенсорная оценка, связанная с чувственным способом восприятия ветра человеком. В семантике названия ветра неявно содержит детальное представление о его свойствах: силе, длительности, направлении, прагматической ценности (желательность / нежелательность), приуроченности к определенному времени года, сопровождаемости осадками или другими атмосферными явлениями и т. д. [5]. В качестве примера ниже приведены первые три имени ветра из книги [6].

АБАЗА, обаза – сильный северо-восточный или восточный ветер на Нижнем Дунае и у западных берегов Черного моря. Иногда достигает силы жестокого шторма. Зимой сопровождается буранами и сильными морозами. Опасен для рыболовных судов.

АБОДЬЕ (*поморск.*) – безветрие при ясном небе, тихий солнечный день на берегах северных морей СССР.

АБРЕГО (*исп. abrego*) – умеренный влажный юго-западный ветер на юго-западе Испании. Сопровождается непродолжительными, но сильными дождями. Возникает при движении циклонического вихря с юго-запада к Кадисскому заливу.

Из этих примеров следует, что смысл имен собственных ветра в народном представлении включает не только силу ветра, но и содержит представление о целом комплексе погодных условий. Система метеонимов ветра представляет собой языковую картину погоды. В наше время люди хотя и утратили исторические имена местных ветров, но по-прежнему воспринимают ветер неразрывно включенным в состояние погоды. Это восприятие не согласуется с механистическим понятием скорости ветра.

Здесь и далее погода понимается как ассоциация между состоянием атмосферы и эмоциями человека, ее ощущающего. Это естественное человеческое представление о «состоянии мироколицы (атмосферы), воздуха, относительно тепла и холода, ветра и затиши, веда и ненастья и пр.». [3].

В отличие от этого, в метеорологии погода понимается как совокупность значений метеорологических элементов. Здесь ветер понимается особым образом – как физическая величина, то есть физическое свойство материального объекта, которое может быть охарактеризовано количественно. Сами метеорологи утверждают, что метеорология – физика атмосферы!

Важным моментом в сопоставлении метеорологического и народного понятий ветра, является их отнесение к виду единичных, включающих один объект, или общих, включающих более одного объекта, понятий. Если народное понятие ветра очевидно является общим понятием, то метеорологическое понятие непросто отнести к одному из этих двух видов. Здесь нужно воспользоваться критерием: понятие является общим, если в пределах его объема могут быть выделены некоторые виды предметов. Так, в объеме понятия «вода» можно выделить: «морская вода», «речная вода» и т. д. Для метеорологического понятия «ветер» никаких подвидов выделить нельзя. Некоторые на это скажут, что и в метеорологии существуют видовые термины ветра, например: «боковой ветер», «восходящий ветер» или «барический ветер», «агеострофический ветер» [7]. Однако это не «собственные» видовые термины ветра. Действительно, первая пара понятий из этого списка являются составляющими ветра, а по-



следняя пара представляет собой метеорологическую интерпретацию некоторых математических зависимостей механики сплошных сред. Следовательно, в метеорологической науке «ветер» относится к единичному виду понятий, а в народной традиции – к общему. Аристотель в главе 13 книги «Метеорологика» пишет: «некоторые... утверждают, что все [различные] ветры – это один ветер... Если так рассуждать, то можно и все реки посчитать одной», то есть отрицает единичность понятия «ветер».

Какой же смысл метеорологического понятия «ветер»? Для специальных целей научного применения метеорологии необходим точный термин. Это обеспечивает большую надежность и строгость его употребления.

Метеорологические определения ветра разнятся несущественно. В словаре [7], говорится, что «ветер – движение воздуха относительно земной поверхности». Это определение относится к так называемому классу «реальных» определений [8]. Здесь определение представляет собой суждение – характеристику обозначаемого термина. В силу этого возникает вопрос об истинности или ложности определения. Рассмотрим корректность приведенного определения. Основная и единственная характеристика «ветра», которая дана в его определении, сводится к «движению воздуха относительно земной поверхности». Но эта характеристика не является уникальной для ветра. Действительно, многие процессы, не имеющие отношения к ветру, обладают этой характеристикой. Например, масса воздуха в салоне движущегося автомобиля или самолета перемещается относительно земной поверхности и удовлетворяет определению, но ветром не является. Таких примеров можно привести много. Они свидетельствуют о том, что определение ветра в метеорологии некорректно. Это определение слишком широкое, то есть объем понятия «ветер», который приписывается определением, шире того класса, что имеется в виду. Метеорологическое определение не выявляет характеристического свойства ветра, и тем самым не позволяет на строго логическом уровне отделить ветер от не ветровых явлений. На практике такое разделение происходит на уровне общечеловеческого представления как процесса мысленного воссоздания образов предметов и явлений, которые в данный момент не воздействуют на органы чувств человека. Таким образом, метеорологический термин «ветер» имеет неясный смысл. Это не термин в строгом смысле, а, скорее, представление, то есть интуитивно употребляемое понятие.

В метеорологии к количественной характеристике ветра относят «скорость ветра» [7]. При этом характеристика эта понимается как физическая величина – «скорость». Скорость является векторной величиной и характеризуется двумя параметрами «величиной скорости» и «направлением» [7]. В механике понятие «скорость» соотносится только с движением материальной точки, для которой существует понятие «скорость точки». Для объемного тела, представляющего собой сплошное множество материальных точек, например, для воздушной массы, понятие скорости в общем случае неприменимо. Это утверждение является следствием одной из теорем механики [9].

Понятие механики «скорость» плохо сопрягается с метеорологическим понятием «ветер». Это можно показать, как минимум двумя путями: эмпирическим, полагая, что скорость ветра эквивалентна скорости точки, и теоретико-механическим, считая, что она эквивалентна скорости воздушной массы.

Эмпирически, по данным измерений пульсаций ветра, установлено, что временная изменчивость ветра имеет фрактальный характер. Это показано, например, в работах [10, 11]. Это значит, в частности, что для каждой проекции на перпендику-

лярные оси координат пульсации ветра имеют степенную зависимость с дробным показателем. Траектория движения материальной точки во фрактальном поле скоростей тоже фрактальная. Но для точки, движущейся по фрактальной траектории и являющейся траекторией броуновского движения, неприменимо ни понятие мгновенной скорости, ни понятие средней скорости. Действительно, с одной стороны, фрактальная траектория не имеет производной ни в одной точке, поэтому не существует мгновенной скорости как дифференциального понятия, определяемого производной по времени радиус-вектора текущего положения этой точки на траектории. С другой стороны, средняя скорость точки на некотором участке траектории равна отношению длины этого участка к величине интервала времени, затраченного на его прохождение. Однако для фрактальной траектории длина участка не определена – интеграл от участка траектории больше любого числа, и, следовательно, понятие средней скорости для фрактальной траектории также не определено.

В теоретической механике скорость точки – векторная физическая величина, характеризующая быстроту перемещения и направление движения материальной точки [9]. В метеорологии в понятие «ветер» вкладывается смысл перемещения некоторой массы воздуха, объем и конфигурация которого никак не определяются. Однако ясно, что этот объем имеет «географические» масштабы, а не масштаб математической точки. В механике понятие вектора скорости можно применить для множества материальных точек, если и только если все точки имеют в каждый момент времени одинаковые по модулю и направлению скорости и ускорения [10]. Это условие не выполняется для ветра. Действительно, непосредственно наблюдается, что в географических масштабах движение воздушных масс атмосферы имеет турбулентный характер. Это видно, к примеру, по структуре облачности. Поэтому, если выделить в атмосфере любой объем произвольной конфигурации, то векторы скоростей и ускорений мельчайших частиц этого объема будут иметь совершенно различные величины в любой фиксированный момент времени. Для такого множества скоростей и ускорений нельзя определить единственный суммарный вектор скорости [9]. Мгновенное движение такого объема воздуха представляет собой сложное движение, состоящее из мгновенного винтового движения и мгновенного поступательного движения [9]. Другими словами, механическое описание ветра требует как минимум два векторных объекта: скользящего вектора – для представления винтового движения, и свободного (обычного) вектора – для представления поступательного движения. Это утверждение будет справедливым, если скорости мельчайших частиц воздуха представляют собой векторы. Вектор – это не «стрелочка». Характеристическое свойство векторов – суммирование по правилу параллелограмма. Это свойство должно быть справедливо для сложения скоростей ветра. Однако оно еще никем эмпирически не проверялось. Таким образом, представление ветра в качестве скорости – обычной векторной величины механики, следует полагать по меньшей мере сомнительной идеей.

Из вышесказанного можно понять, что метеорологическая и народная системы представления ветра независимы. Их нельзя отождествить. Ветер в этих системах представляется несовместимыми понятиями. Более того, они являются соподчиненными понятиями, другими словами, эти два понятия представляют одно и то же явление, но не имеют никаких общих характеристик [5]. В народном языке ветер представляется как объемное понятие погодных условий, имеющее существенное ценностное значение в жизнедеятельности человека, тогда как в метеорологии ветер

имеет очень ограниченный плоский смысл физической величины. Метеорология рассматривает ветер с математической точки зрения – как гладкое векторное поле. Этим выхолащивается все многообразие связей круговоротов вещества и энергии, в которых важную роль играют потоки атмосферного воздуха.

Набор метеорологических элементов, наблюдаемых в метеорологии, слабо согласуется с реальным воздействием атмосферных явлений на человека и его деятельность. Само множество значений метеорологических элементов еще не позволяет определить степень влияния погодных условий на конкретную практическую ситуацию. Это влияние всегда является сложным функционалом от некоторого набора значений метеорологических элементов. Например, ощущение человеком степени комфортности нахождения на открытом воздухе (так называемая температура комфорта) определяется по сложным формулам, параметрами которых являются ветер, температура и относительная влажность воздуха [12]. Но чаще всего вид такого функционала остается неизвестным.

Ветер – это круговорот воздуха в атмосфере. Это тавтология, а не определение. Ветер, кроме того, участвует и определяется другими круговоротами: воды, азота, углерода и т. д. Подавляющее большинство метеорологических элементов – физические величины. Эти величины только косвенно представляют круговороты вещества и энергии Земли, в которых участвует атмосфера. Круговороты зависят от значений метеорологических элементов, но не определяются ими. Отношение между «погодной» реальностью и метеорологическим ее представлением во многом аналогично отношению между реально наблюдаемым человеком цветом и его физическим представлением в виде длин электромагнитных волн. Метеорологи описывают картину погоды с помощью значений метеорологических элементов. Это равносильно тому, как если бы художник написал картину, но вместо красок на полотне в нужных местах написал значение длины волны, соответствующей нужному цвету.

Народное представление ветра можно понимать, как целостное восприятие погоды, т. е. отражение типичных локальных состояний круговоротов, связанных с атмосферой. В метеорологическом понимании ветра такое свойство полностью отсутствует, а термин «скорость ветра», как было показано, малосодержателен.

Эти соображения наводят на мысль о поиске способа перехода от физических величин метеорологии к некоторому их обобщению в виде комплексов их значений, отражающих локальные типы погоды. Автор полагает, что законы круговоротов в атмосфере следует искать на пути построения интервальных пространственно-временных комплексов и их иерархических классификаций [13] из значений метеорологических элементов.

Этот путь требует отказа от векторного описания ветра и перехода к интервальному. Для этого следует использовать известную шкалу Бофорта. Эта шкала удачно репрезентирует понятие силы ветра и его нагрузки в интервальном виде, позволяя представлять направление ветра в виде углового сектора, причем считать эти величины зависимыми. Сейчас в метеорологии используется понятие «средней скорости» и «среднего направления» ветра, понимаемые как независимые величины [7]. Однако применение «розы ветров» свидетельствует об их зависимости.

Здесь следует отметить, что современные измерения модуля ветра, например, с помощью чашечного анемометра, не являются прямыми измерениями. Поэтому хорошо было бы вернуться к прямым измерениям силы ветра с помощью флюгера Вильда, изобретенного в 1450 году итальянцем Л. Б. Альберти.

Таким образом, показано, что метеорологическое описание ветра является физическим, а не географическим, и поэтому оно не отражает круговороты вещества и энергии, протекающие в атмосфере. В настоящее время понятие «ветер» не имеет определения так же, как понятия: «число», «время», «движение», «человек» [14].

Ветер следует количественно представлять в двух интервальных значениях: силы ветра в виде шкалы Бофорта и сектора направления.

Законы круговоротов в атмосфере надлежит искать на пути построения интервальных пространственно-временных комплексов и их иерархических классификаций из значений метеорологических элементов. Это направление позволит разработать прогнозы ветра с заблаговременностью более суток.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Переходцева Э.В., Головлев К.Н. Модель гидродинамико-статистического прогноза штормового ветра в Северном, Норвежском и Баренцовом морях // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2012. – Т. 9. – № 2. – С. 227–233.
2. Богаткин О. Г. Авиационные прогнозы погоды. – СПб: БХВ-Петербург, 2010. – 284 с.
3. Даль В. И. Толковый словарь живаго Великорусского Языка – М.: Типография А. Семена, 1863. – Часть первая. А – З. – 629 с.
4. Толковый словарь живого Великорусского Языка Владимира Даля – М.: Типография А. Семена, 1903. – Том первый. А – З. – 877 с.
5. Вендина Т. И. Русская языковая картина мира сквозь призму словообразования (макрокосм). – М.: Издательство «Индрик», 1998. – 240 с.
6. Прох Л. З. Словарь ветров. – Л.: Гидрометеоиздат, 1983. – 157 с.
7. Российский гидрометеорологический энциклопедический словарь. – СПб.: М.: Летний сад, 2008./ – Т. 1: А – И. – 336 с.
8. Войшвилло Е. К. Понятие как форма мышления: Логико-гносеологический анализ. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009. – 240 с.
9. Тарг М. С. Краткий курс теоретической механики. – М.: Высшая школа, 1986. – 416 с.
10. Tijera M., Maqueda G., Yagüe C., Cano J. L. Analysis of Fractal Dimension of the Wind Speed and Its Relationships with Turbulent and Stability Parameters // Fractal Analysis and Chaos in Geosciences, INTECH, 2012. – P. 29–46.
11. Fortuna L., Nunnari S., Guariso G. Fractal order evidences in wind speed time series // Fractional Differentiation and Its Applications (ICFDA), 23–25 June 2014 International Conference on. P. 1–6.
12. Матрюков С. И., Червякова Н. В. Обзор современных отечественных и зарубежных методов оценки ветрового охлаждения человека // Навигация и гидрография. – 2014. – № 38. С. 83–91.
13. Жуков Ю. Н. Целостность геосферума (в печати).
14. Паскаль о геометрическом уме и искусстве убеждать. // Стрельцова Г. Я. Паскаль и европейская культура. – М., «Республика», 1994 г. – С. 453–456.

#### *WIND AS A NOTION*

**Y. N. Zhukov** («GNINGI» OJSC)

*Wind is the cycle of air of the atmosphere. The everyday and meteorological notions of the wind are compared. The interval description of the wind is suggested.*

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

**АБРАМОВ Александр Михайлович,**

заместитель начальника научно-исследовательского океанографического центра ОАО «ГНИНГИ», капитан 1 ранга запаса. Окончил ВВМУ им. М. В. Фрунзе в 1982 г. и ВМА им. Н. Г. Кузнецова в 1995 г. Специализация: навигационно-гидрографическое обеспечение морской деятельности. Автор более 20 печатных работ.

E-mail: alexabr17@gmail.com

**БРОДСКИЙ Павел Григорьевич,**

начальник центра инновационных исследований ОАО «ГНИНГИ», капитан 1 ранга в запасе, докт. воен. н., профессор. Окончил Каспийское ВВМУ, Военно-морскую академию им. Н. Г. Кузнецова. Специализация: штурман. Автор более 200 печатных работ.

E-mail: cii@gningi.ru

**ЖУКОВ Юрий Николаевич,**

ведущий научный сотрудник ОАО «ГНИНГИ», докт. техн. н. Окончил Ленинградский гидрометеорологический институт. Специализация – гидрометеорология. Автор более 80 печатных трудов.

Тел.: +7(812)322-63-39

**КАРАВАЕВ Дмитрий Михайлович,**

старший научный сотрудник «Военно-космической академии им. А. Ф. Можайского, канд. техн. н. Окончил Ленинградский политехнический институт. Специализация – радиофизика и электроника. Автор более 70 печатных работ.

E-mail: dm.karavaev@mail.ru

**ЛЕБЕДЕВ Андрей Борисович,**

доцент кафедры технологий и средств геофизического обеспечения «ВКА» им. А. Ф. Можайского, канд. техн. н., полковник. Окончил Военный инженерно-космический институт им. А. Ф. Можайского. Специализация – метеорология. Автор более 40 печатных работ

E-mail: lebandbor@rambler.ru

**Aleksandr M. ABRAMOV,**

Deputy Chief of the Research Oceanographic Center, «GNINGI» OJSC, Captain I-st Rank (Reserve). Graduated from Frunze Naval College and N. G. Kuznetsov Naval Academy. Specialization: Navigation-Hydrographic Support for Maritime Activity. Author of more than 20 publications.

E-mail: alexabr17@gmail.com

**Pavel G. BRODSKY,**

Chief of Centre of Innovation Research, «GNINGI» OJSC, Captain 1-st rank (Ret.), DSc, professor. Graduated from Caspian Naval College and Kuznetsov Naval Academy. Speciality: navigation. Author of more than 200 publications.

E-mail: cii@gningi.ru

**Yuri N. ZHUKOV,**

Leading researcher, «GNINGI» OJSC, DSc. Graduated from Leningrad Hydrometeorological Institute. Speciality: hydrometeorology. Author of more than 80 publications.

Tel.: +7(812)322-63-39

**Dmitry M. KARAVAYEV,**

Senior researcher, A. F. Mozhaisky Military Space Academy, CandSc. Graduated from Leningrad Polytechnical Institute. Speciality: radiophysics and electronics. Author of more than 70 publications.

E-mail: dm.karavaev@mail.ru

**Andrei B. LEBEDEV,**

Reader the chair for technologies and means of geophysical support, A. F. Mozhaisky Military Space Academy, CandSc, Colonel. Graduated from A. F. Mozhaisky Military Engineering-Space Institute. Speciality: meteorology. Author of more than 40 publications.

E-mail: lebandbor@rambler.ru

**ЛЕНЬКОВ Валерий Павлович,**

начальник патентного бюро ОАО «ГНИНГИ», капитан 2 ранга в отставке, канд. техн. н. Окончил ЛЭТИ им. В.И. Ульянова /Ленина/ и КОС при ВВМИУ им. Ф. Э. Держинского. Специализация: навигация, гидрография. Автор более 120 печатных трудов.

E-mail: ggc@list.ru

**ЛУКИН Александр Николаевич,**

заместитель начальника 3 отдела Центра инновационных исследований ОАО «ГНИНГИ», капитан дальнего плавания, канд. техн. н., доцент. Окончил Ленинградское высшее инженерное морское училище им. адм. С. О. Макарова. Специальность – инженер-судоводитель. Автор более 50 печатных трудов.

Тел.: +7(812)327-99-25

**РУМЯНЦЕВ Юрий Владимирович,**

начальник 3 отдела Центра инновационных исследований ОАО «ГНИНГИ», капитан 1 ранга в запасе, канд. воен. н., старший научный сотрудник. Окончил Каспийское ВВМУ. Специальность – штурманская Военно-Морского Флота. Автор более 70 печатных трудов.

Тел.: +7(812)327-99-25

**СМИРНОВ Михаил Юрьевич,**

начальник отдела ОАО «ГНИНГИ». Окончил Высшее Военно-Морское училище по специальности – штурманская кораблей. Сфера научных интересов – навигационные комплексы надводных кораблей, электронные картографические навигационно-информационные системы для кораблей и судов ВМФ. Автор 7 печатных работ.

E-mail: ins@gningi.ru

**ТИТЛЯНОВ Владимир Александрович,**

директор по научной работе ОАО «ГНИНГИ», кандидат технических наук. Окончил Высшее военно-морское училище им. М. В. Фрунзе, Военно-морскую академию им. Н. Г. Кузнецова. Область научных интересов: навигационное вооружение надводных кораблей и подводных лодок. Автор более 20 печатных работ.

E-mail: mail@gningi.ru

**ФЕДОРОВ Александр Борисович,**

заместитель начальника 2 отдела Центра инновационных исследований ОАО «ГНИНГИ», капитан 1 ранга в запасе. Окончил ВВМУ им. М. В. Фрунзе. Специализация: инженер-гидрограф.

Тел.: +7(812)322-63-31

**Valery P. LENKOV,**

Chief of the Patent Bureau, «GNINGI» OJSC, Captain 2-nd Rank (Ret.), CandSc. Graduated from Electrotechnical Institute and Officers Course at Dzerzhinsky Naval College. Speciality: navigation, hydrography. Author of more than 120 publications.

E-mail: ggc@list.ru

**Alexandr N. LUKIN,**

Deputy Chief of the 3 division, Center of Innovation Research, «GNINGI» OJSC, Deep Sea Captain, CandSc, reader. Graduated from Makarov Higher Engineering Marine College. Speciality: engineering navigator. Author of more than 50 publications.

Тел.: +7(812)327-99-25

**Yuri V. RUMYANTSEV,**

Chief of the 3 division, Center of Innovation Research, «GNINGI» OJSC, Captain I Rank (Ret.), CandSc, senior researcher. Graduated from Caspian Naval College. Speciality: navigator. Author of more than 70 publications.

Тел.: +7(812)327-99-25

**Mikhail Y. SMIRNOV,**

Chief of division, «GNINGI» OJSC. Graduated from the Higher Naval College majoring in ship navigation. The sphere of scientific interests: navigation complexes of surface ships, electronic cartographic navigation-information systems for ships and vessels of the Navy. Author of 7 publications.

E-mail: ins@gningi.ru

**Vladimir A. TITLYANOV,**

Director for Research, «GNINGI» OJSC, CandSc. Graduated from Frunze Naval College and N. G. Kuznetsov Naval Academy. Sphere of scientific interests: navigation aids of surface ships and submarines. Author of more than 20 publications.

E-mail: mail@gningi.ru

**Alexandr B. FEDOROV,**

Deputy chief of 2 division, Center of Innovation Research, «GNINGI» OJSC. Captain 1-st Rank (Ret.). Graduated from Frunze Naval College. Speciality: engineer-hydrographer.

Тел.: +7(812)322-63-31

**ЩУКИН Георгий Георгиевич,**

профессор кафедры технологий и средств геофизического обеспечения ВКА им. А. Ф. Можайского, докт. физ.-мат. н., профессор, заслуженный деятель науки РФ. Окончил Ленинградский институт точной механики и оптики. Специализация – радиометеорология, дистанционное зондирование, распространение радиоволн. Автор более 500 печатных работ.

E-mail: ggshchukin@mail.ru

**ЯКУШЕВ Артём Анатольевич,**

заместитель начальника научно-исследовательского управления навигации ОАО «ГНИНГИ», канд. техн. н. Окончил Санкт-Петербургский Военно-морской институт, ВСОК ВМФ. Специализация – штурман. Сфера научных интересов-навигационные комплексы надводных кораблей, инерциальные навигационные системы и системы курсоуказания. Автор более 10 печатных работ.

E-mail: ins@gningi.ru

**Georgy G. SHCHUKIN,**

Professor, chair of technologies and geophysical support aids, A. F. Mozhaisky Military Space Academy, DSc, professor, RF Honoured Worker of Science. Graduated from Leningrad Institute of Fine Mechanics and Optics. Speciality: radiometeorology, remote sounding, propagation of radio waves. Author of more than 500 publications.

E-mail: ggshchukin@mail.ru

**Artyem A. YAKUSHEV,**

Deputy chief of research department of navigation, “GNINGI” OJSC, CandSc. Graduated from St. Petresburg Naval Institute, Higher Special Officers’ Classes of the Navy. Specialization: navigator. Sphere of scientific interests: navigation complexes of surface ships, inertial navigation systems and course-indication systems. Author of more than 10 publications.

E-mail: ins@gningi.ru

---

## РЕФЕРАТЫ

---

УДК 355:528:656.052.1

**Пути совершенствования автоматизированной системы обеспечения ВМФ цифровой картографической информацией (АСО ВМФ ЦКИ).** В. А. Титлянов, А. А. Якушев, М. Ю. Смирнов. – Навигация и гидрография. – 2015. – № 42. – С. 7–11.

В статье рассмотрен принцип построения АСО ВМФ ЦКИ, порядок ее функционирования, проблемы создания картографического сервера для кораблей и судов ВМФ, сформулированы основные технические требования по его разработке и созданию.

**Ключевые слова:** картографический сервер, геоинформационные системы, автоматизированные системы, региональный центр, цифровая картографическая информация, электронная навигационная карта, базы пространственных данных.

УДК 656.6.08

**Современные подходы к решению проблем обеспечения безопасности плавания судов и кораблей в Арктике.** П. Г. Бродский, Ю. В. Румянцев, А. Н. Лукин. – Навигация и гидрография. – 2015. – 42. – С. 12–19.

В статье показано, что на современном этапе развития средств и методов обеспечения безопасности плавания судов и кораблей в Арктике наиболее актуальным становится использование виртуальных СНО, средств управления движением судов на базе автоматических идентификационных систем и низкоорбитальных спутников.

**Ключевые слова:** визуальное определение места судна, стандарты точности судовождения, виртуальные средства навигационного оборудования, системы управления движением судов, автоматические идентификационные системы.

ДК 022.66:608:623.8

**Выявление перспективных направлений развития средств и способов обследования морского дна на основе анализа патентной информации.** П. Г. Бродский, В. П. Леньков, А. Б. Федоров. – Навигация и гидрография. – 2015. – № 42. – С. 20–27.

В статье изложены основные положения подхода к определению научно-технического уровня (НТУ) инновационных решений патента и его инновационного потенциала (ИП). Обобщены и представлены результаты оценки инновационного развития средств и методов обследования и съемки рельефа дна на основе анализа ряда патентов специалистов ОАО «ГНИНГИ».

**Ключевые слова:** инновационное развитие, средства и способы обследования и съемки рельефа морского дна, научно-технический уровень инновационных решений патента, инновационный потенциал патента, патентная информация.

УДК 528.9

**Безинтерполяционный метод определения на картах границ опасных участков морского дна.** А. М. Абрамов. – Навигация и гидрография. – 2015. – № 42. – С. 27–31.

В статье рассматривается метод определения по картам границ участков морского дна, опасных в навигационном отношении. Метод не требует интерполяции нанесенных на них глубин. Показано, что для определения таких границ может быть использовано отображение подводного рельефа, сегментированное на монотонные участки.



**Ключевые слова:** морская карта, рельеф дна, навигационная глубина, ячейки Морса-Смейла, сепаратрисы, критические точки.

УДК 551.551.08

**Состояние и перспективы развития метеорологической спутниковой системы.** А. Б. Лебедев, Д. М. Караваев, Г. Г. Шукин. – Навигация и гидрография. – 2015. – № 42. – С. 32–39.

В статье дан обзор и анализ современного состояния и перспектив развития отечественной метеорологической космической системы. Обоснованы пути повышения качества применения информации со спутников при оперативном гидрометеорологическом обеспечении.

**Ключевые слова:** валидация спутниковой метеорологической информации, калибровка спутниковых данных, метеорологическая спутниковая система; метеорологический космический аппарат; государственная территориально-распределенная система космического мониторинга.

УДК 528.92

**Что такое прогноз погоды?** Ю. Н. Жуков. – Навигация и гидрография. – 2015. – № 42. – С. 39–45.

Прогнозы погоды основаны на закономерностях таксономического типа и не являются причинно-следственными выводами. В настоящее время при разработке прогнозов полагается, что в значениях метеорологических наблюдений отражаются законы изменчивости атмосферы. Показано, что эта точка зрения не учитывает круговоротов вещества и энергии в атмосфере. Предложено принципиально новое направление разработки прогнозов, основанное на выявлении латентных непрямых закономерностей круговоротов вещества и энергии.

**Ключевые слова:** прогнозы погоды, классификация прогнозов, логические свойства прогнозов.

УДК 528.92

**Ветер как понятие.** Ю. Н. Жуков. – Навигация и гидрография. – 2015. – № 42. – С. 46–51.

Ветер – это круговорот воздуха атмосферы. Сравнивается народное представление о ветре и метеорологическое. Предложено интервальное описание ветра.

**Ключевые слова:** ветер, понятие определение, прогноз.

---

## ABSTRACTS

---

**Ways to Improve the Automated System Providing the Navy with Digital Cartographic Information (DCI).** V. A. Titlyanov, A. A. Yakushev, M. Y. Smirnov. – Navigation and Hydrography. – 2015. – No. 42. – P. 7–11.

The principles of structure of the Navy DCI Automated Support System, its operation, the problem issues of creating the cartographic server for ships and vessels of the Navy are considered. The main technical requirements to its development and creation are formulated.

**Key words:** cartographic server, geoinformation systems, automated systems, regional center, cartographic information, electronic navigation chart (ENC), space databases.

**Present-Day Approaches to Solving the Problems of Navigation Safety Provision for Vessels and Ships in the Arctic.** P. G. Brodsky, Y. V. Rumyantsev, A. N. Lukin. – Navigation and Hydrography. – 2015. – No. 42. – P. 12–19.

It is shown that at the current stage of development of means and methods necessary to provide the navigation safety for vessels and ships in the Arctic, the employment of virtual aids to navigation, aids of vessel traffic control based on the automatic identification systems and low-orbit satellites is becoming the urgent problems of today.

**Key words:** virtual fixing the vessel's position, accuracy standards of ship navigation, virtual aids to navigation, automatic identification systems, vessel traffic control systems.

**Revealing the Perspective Directions of Development for Means and Methods of Sea Bottom Investigation Based on the Patent Information Analysis.** P. G. Brodsky, V. P. Lenkov, A. B. Fedorov. – Navigation and Hydrography. – 2015. – No. 42. – P. 20–27.

The main provisions of approach used to determine the scientific technical level of innovation solutions of patent and its innovation potential are presented. The results of evaluation development of the means and methods used to investigate and survey the bottom relief based on the analysis of some patents of the “GNINGI” OJSC specialists, are generalized and presented.

**Key words:** innovation development, means and methods of investigation and survey of sea bottom relief, scientific-technical level of innovation solutions of patent, innovation potential of patent, patent information.

**Noninterpolation Method of Determining the Limits of Dangerous Sea Bottom Areas on Charts.** A. M. Abramov. – Navigation and Hydrography. – 2015. – No. 42. – P. 27–31.

The method of determining the limits of navigationally dangerous sea bottom areas using the charts is considered. In this method the interpolation of depths shown on the charts is not required. It is shown that to determine such limits it is possible to use the representation of the submarine relief segmented into monochromatic sections.

**Key words:** chart, bottom relief, navigational depth, Morse-Smale cells, separatrixes, critical points.

**State and Prospects of Development for Meteorological Satellite Systems.** A. B. Lebedev, D. M. Karavayev, G. G. Shchukin. – Navigation and Hydrography. – 2015. – No. 42. – P. 32–39.

The overview and analysis of the current state and prospects for development of domestic meteorological space systems are presented. The technological aspects and ways to improve the quality of the operational use of satellite hydrometeorological information are discussed.

**Key words:** validation of remote sensing meteorological products, calibration of satellite data, the meteorological space system, the meteorological space complex, meteorological satellite, ground special complex, geographically distributed state space monitoring system.

**The Weather Forecast. What is it?** Y. N. Zhukov. – Navigation and Hydrography. – 2015. – No. 42. – P. 39–45.

The weather forecasts are based on taxonomic type regularities and are not the cause-and-reason conclusions. At present, when developing the forecasts, it is considered that the values of meteorological values reflect the laws of atmosphere changeability. It is shown that this point of view does not take the cycle of matter and energy in the atmosphere into account. The completely new direction of development of forecasts based on revealing the latent noncasual regularities of cycles of the matter and energy is suggested.

**Key words:** weather forecasts, classification of forecasts, logical, qualities of forecasts.

**Wind as a Notion.** Y. N. Zhukov. – Navigation and Hydrography. – 2015. – No. 42. – P. 46–51.

Wind is the cycle of air of the atmosphere. The everyday and meteorological notions of the wind are compared. The interval description of the wind is suggested.

**Key words:** wind, notion, definition, forecast.

---

# ИНФОРМАЦИЯ

---

## Глубокоуважаемые коллеги!

Приглашаем Вас к сотрудничеству в журнале «Навигация и гидрография», издаваемом с 1995 г. Государственным научно-исследовательским навигационно-гидрографическим институтом.

В журнале публикуются результаты исследований в области навигации, гидрографии, океанографии, гидрометеорологии, морской картографии, морской геофизики и экологии. Издание освещает концептуальные научные положения и осуществляет оперативную публикацию новейших теоретических исследований, знакомит с передовыми техническими достижениями, с материалами симпозиумов, конференций и хроникой важнейших событий научной жизни. Статьи журнала рецензируются.

Журнал «Навигация и гидрография» включен в «Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание учёной степени доктора наук» (в редакции от 29.12.2015 г.).

Журнал выходит четыре раза в год и распространяется по подписке. Кроме того, он рассылается в крупнейшие библиотеки России, центры научно-технической информации, органы военного управления различного уровня, научно-технические библиотеки высших военно-морских учебных заведений и научно-исследовательских организаций.

### Информация для авторов

*Статьи принимаются* в формате MS Word с приложением текста на бумаге (шрифт – Times New Roman размером 14, межстрочный интервал 1,5). Все материалы должны быть подписаны автором (авторами).

*Объем статьи* не должен превышать 0,5 авторского листа (20 000 печатных знаков), включая рисунки, таблицы и список литературы.

*Название статьи* должно в наиболее краткой форме отражать ее содержание.

В статье указывается *индекс УДК*. К работе прилагаются *аннотация, ключевые слова и сведения об авторах*.

В аннотации приводятся сведения, которые дополняют название и характеризуют тему статьи, рассмотренную проблему, цель и полученные результаты.

В качестве ключевых приводятся слова или словосочетания из текста статьи, несущие существенную смысловую нагрузку с точки зрения информационного поиска. Выбор ключевых слов должен осуществляться по всему тексту статьи с охватом основных смысловых аспектов её содержания.

В сведениях об авторах указываются: фамилия, имя, отчество; полное наименование учреждения, где работает автор; должность; ученая степень, звание; воинское звание (для военнослужащих); полное наименование высшего учебного заведения, которое окончил автор; специализация; количество опубликованных научных трудов. Кроме того, авторам необходимо указать контактную информацию: почтовый или электронный адрес, номера телефонов.

К рукописи прилагается *сопроводительное письмо* организации, в которой работает автор, и один экземпляр *экспертного заключения* о возможности открытого опубликования представленных материалов.

*Для написания формул и символов*, входящих в формулы, следует использовать редактор формул *MS Equation*.

Используемые в статье *величины и единицы измерения* должны соответствовать стандартным обозначениям согласно Международной системе единиц СИ.

*Рисунки* должны быть вставлены в текст как *графический файл*, иметь порядковые номера и подписи.

*Таблицы* должны иметь порядковые номера и названия. Допускается только вертикальная ориентация таблиц, ширина не должна превышать 140 мм.

*Список использованной литературы* составляется на языке оригинала (исключение – языки с иероглифическим написанием слов) в порядке ссылок на источники по тексту. Ссылки в тексте даются в квадратных скобках, где указывается номер работы по списку. В списке литературы указываются: фамилии и инициалы авторов, полное название книги или статьи, название сборника, город, издательство, год, том, номер, страницы.

#### **Подписка на журнал «Навигация и гидрография»**

Журнал «Навигация и гидрография» включён в каталог «Издания органов научно-технической информации» агентства «Роспечать». Подписной индекс 60941.

Периодичность выхода – четыре номера в год.

Стоимость одного номера 250 руб., включая НДС 18%.

Для заказа издания непосредственно в редакции необходимо направить в адрес редакции заявку в произвольной форме с указанием номера(ов) журнала, контактных данных и реквизитов заказчика.

Архив журнала в формате PDF доступен на сайте ОАО «ГНИНГИ» [www.gningi.ru](http://www.gningi.ru).

**Адрес редакции:** ОАО «ГНИНГИ»,  
199106, Россия, г. Санкт-Петербург, Кожевенная линия, 41,  
Телефон/факс: (812) 327-99-80  
E-mail: [mail@gningi.ru](mailto:mail@gningi.ru); [info@gningi.ru](mailto:info@gningi.ru)



---

# ДЛЯ ЗАМЕТОК

---

## **НАВИГАЦИЯ И ГИДРОГРАФИЯ, 2015, №42**

Научный редактор П. И. Малеев  
Редактор И. Ю. Бугрова  
Редактор-переводчик Г. В. Трибуц  
Технический редактор В. Ю. Бахмутов

Подписано в печать 25.12.2015 г.  
Тираж 300 экз.  
Заказ № 06/32 от 25.12.2015 г.

---

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи,  
информационных технологий и массовых коммуникаций.  
Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-43932.

Подписной индекс в каталоге «Издания органов НТИ» Агентства «Роспечать» 60941

Журнал «Навигация и гидрография» включен в «Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук»

Электронная версия журнала размещена на сайте [www.gningi.ru](http://www.gningi.ru)

---

---

**© ОАО «Государственный научно-исследовательский  
навигационно-гидрографический институт»**