

## СОВРЕМЕННЫЕ КОРАБЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ: ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ, СОСТАВ И СТРУКТУРА

Ю. М. Халиуллин, докт. техн. наук (ОАО «Завод "Кризо"»),  
В. Н. Круглеевский, докт. техн. наук (ФГУ ЦНИИ МО РФ)

УДК 614.842/847:629.5

Пожаробезопасность кораблей обеспечивается с помощью средств конструктивной и активной противопожарной защиты. Для обнаружения пожаров на ранних стадиях используются системы пожарной и температурно-тревожной сигнализации (СПС, ТТС), а также системы автоматического включения средств пожаротушения (АВСП), которые являются частью активной противопожарной защиты корабля. Назначение корабельных СПС — сигнализировать о пожаре.

Целью создания современных систем контроля пожарной опасности (СКПО), в отличие от традиционных СПС, является предупреждение возникновения пожаров на кораблях. При этом обнаружение места возгорания — одна из важнейших, но все же частная задача. Указанное существенное отличие достигается за счет изменения структуры рассматриваемых систем, придания им дополнительных функций распознавания пожароопасных и предпожарных ситуаций, введения в состав систем новых приборов и обеспечения обмена информацией с другими корабельными системами.

Пожароопасная ситуация характеризуется наличием горючих материалов и окислителя, находящихся в контакте, появлением источника зажигания. В случае предпожарной ситуации пламенное горение отсутствует, но под воздействием нагрева происходит пиролиз твердых горючих веществ и испарение воспламеняющихся жидкостей.

Для того чтобы аппаратуру СКПО было легко адаптировать к любому проекту корабля или судна, осуществлять доработку и модернизацию, в системы изначально закладывается блочно-модульный принцип построения.

СКПО содержит подсистемы сбора, передачи и представления информации (рис. 1). Обработка информации и преобразование сигналов осуществляются во всех трех подсистемах в той или иной степени и зависят от выбранных схемных решений и их технической реализации. Рассмотрим возможные варианты каждой подсистемы.

**Подсистема сбора информации.** Среди причин возникновения пожаров можно выделить следующие основные группы: неисправ-

ность технических средств (ТС), ошибки личного состава при обслуживании или управлении корабельным оборудованием и ТС, результат внешнего воздействия (например, оружия противника).

Неисправности ТС, приводящие к возгоранию (в случае, если не допущены конструкторские ошибки), не возникают одновременно. В большинстве случаев имеется стадия, на которой уже можно прогнозировать «пожароопасные последствия», хотя в текущий момент ТС работоспособно.

Таким образом, СКПО должна в первую очередь обеспечивать сбор диагностической информации. При этом в качестве источников информации можно использовать не только отдельно взятые датчики, но и результаты функционирования специализированных систем диагностирования и данные, полученные в ходе проверок и аттестации корабельных ТС и оборудования.

Число возгораний, происходящих из-за ошибок отдельных членов экипажа при обращении с открытым огнем или электронагревательными приборами, можно значительно сократить, обеспечив должную организацию службы и подготовку личного состава корабля, но гарантировать их полное отсутствие невозможно. Среди возгораний рассматриваемого вида большую долю занимают те, которые происходят в присутствии человека — виновника пожара. От того, насколько он подготовлен к выработке оптимального решения, зависит развитие дальнейших событий. С большой долей вероятности можно утверждать: если данное лицо явилось виновником пожара, то и дальнейшие его действия будут ошибочными. Нельзя забывать, что в подобных условиях человек может испытать шок, поддаться панике и т. п. Другими словами: человек обнаружил пожар, но бездействует, пожар развивается, мероприятия по его локализации не проводятся. Подобное может произойти не только с виновником возгорания, но и с любым другим членом экипажа. В конце концов, может возникнуть ситуация, когда человек отрезан от средств связи и сигнализации или не в силах что-либо сообщить из-за своего физического состояния.

Одним из решений указанной проблемы может быть оснащение членов экипажа корабля миниатюрными носимыми автономными средствами сигнализации об обнаруженном пожаре (поступлении воды, аварии ТС), обеспечивающими автоматический ввод информации в СКПО.

Распространенными являются ошибки, связанные с тем, что по различным причинам (чаще всего при проведении ремонтных или погрузочных работ) в одном и том же месте оказываются горючие или, что еще опаснее, легко воспламеняемые материалы и источники тепла или открытого пламени. Повысить оперативность контроля пожарной опасности в данном случае может повсеместное внедрение современных систем теленаблюдения с цифровой обработкой изображения.

Обнаружение пожара по сопутствующим ему признакам в СКПО должно осуществляться аналогично СПС.

Для распознавания фактов возникновения пожароопасной или предпожарной ситуации в корабельном помещении недостаточно одного только наличия высокочувствительных датчиков. Информация от датчиков должна поступать в устройства, содержащие алгоритмы распознавания пожароопасных и предпожарных ситуаций, построенные с использованием моделей динамики изменения контролируемых параметров с учетом объемного распределения горючих материалов и сред в помещениях корабля, а также режимов работы тепловыделяющего оборудования.

**Подсистема передачи информации** обеспечивает двустороннюю связь между источниками информации и подсистемой ее представления и должна отвечать повышенным требованиям надежности и живучести, стойкости к внешним воздействиям. Подсистема должна быть работоспособна в период начального развития пожара, после длительного пребывания под водой, а также при частичном разрушении в результате аварии корабля или воздействия оружия противника.

Возможны следующие варианты подсистемы: первый, когда она входит в состав СКПО, и второй, когда используются средства передачи информации других систем, на-

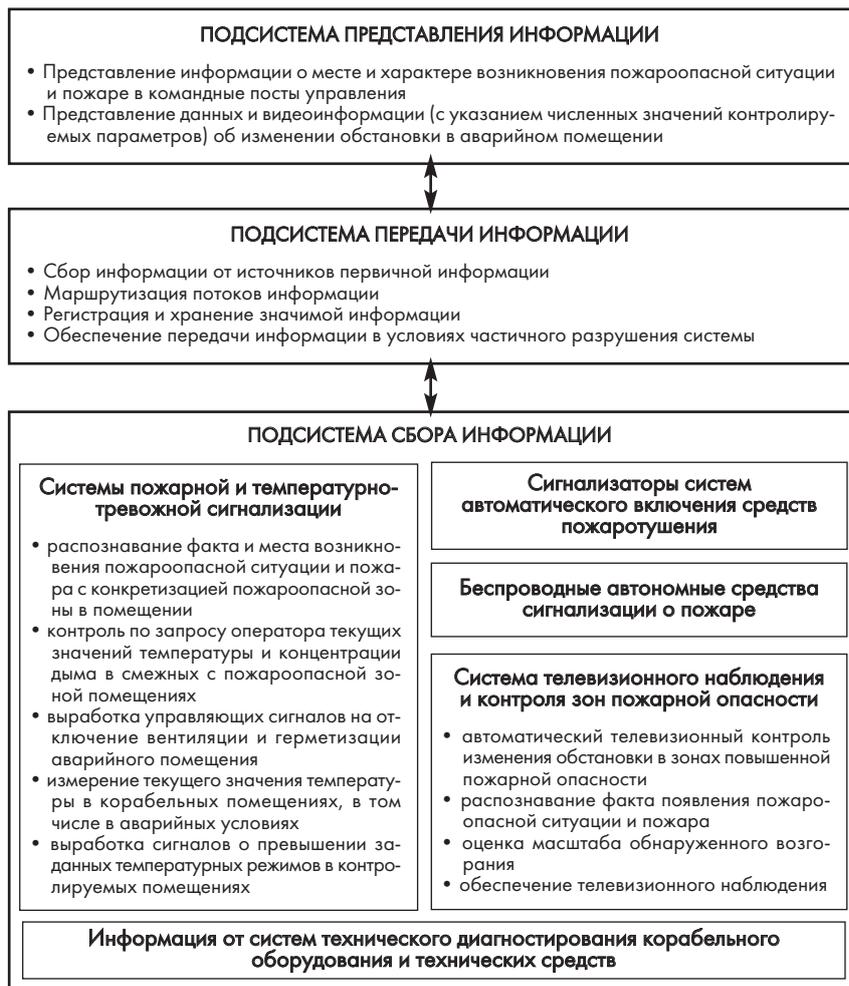


Рис. 1. Укрупненная блок-схема корабельной системы контроля пожарной опасности

пример общекорабельной системы обмена данных или комплексной системы управления техническими средствами.

Структура подсистемы передачи информации в основном зависит от аппаратуры, на базе которой она реализована, от разнообразия источников информации и технических решений, использованных при проектировании подсистемы представления информации. Подсистема в настоящее время может быть реализована на основе кабельной или волоконно-оптической сети, радиоканала или комбинации перечисленных вариантов (рис. 2).

Датчики и сигнализаторы объединяются в локальную сеть произвольной конфигурации: в виде шлейфа, замкнутого в кольцо; в виде простого луча или с рядом разветвлений. Конкретная структура определяется с учетом обеспечения живучести системы. Для предотвращения последствий коротких замыканий пре-

дусмотрены отсекатели короткозамкнутых участков. Функции управления и контроля локальной сетью, в том числе обслуживание датчиков, осуществляет блок сбора и передачи информации. Структуру локальной сети необходимо разрабатывать с учетом разделения корабля на главные водонепроницаемые отсеки и с привязкой к выделенным противопожарным зонам. Для обеспечения функциональной живучести СКПО следует организовать работу блока сбора и передачи информации (БСПИ) так, чтобы при выходе его из строя потерянные функции выполнял БСПИ, расположенный в смежной противопожарной зоне и в другом главном водонепроницаемом отсеке.

**Подсистема представления информации** может быть реализована на ТС, входящих не только в состав СКПО, но и в другие корабельные системы, имеющие пульта или щиты управления в тех же постах уп-

равления, куда должна выводиться информация о пожарах. Выбор конкретного варианта технической реализации подсистемы зависит от количества ее пользователей и их функциональных обязанностей, что определяется организацией корабля. В подсистеме можно выделить несколько функциональных блоков: обработки информации (БОИ), представления информации (БПИ) пользователю, контроля работы и обслуживания системы (БКО).

В БОИ получаемая от источников информация используется для распознавания факта возникновения пожароопасной ситуации или пожара. В БПИ для наглядного представления информации о возникшей пожароопасной ситуации или пожаре могут использоваться трехмерные изображения помещений корабля и процессов, протекающих в них. В БКО решаются задачи, связанные с включением и отключением системы, управлением ее конфигурацией, контролем функционирования и проверкой работоспособности элементов.

**Особенности создания адресно-аналоговых систем контроля пожарной обстановки.** Рассмотренные выше структура и функции СКПО были учтены специалистами ОАО «Завод «Кризо»» в процессе проектирования корабельной системы «Краб-М», объединяющей в своем составе функции СПС, ТПС и АВСП<sup>1</sup>. Система содержит адресные аналоговые датчики, что позволяет отслеживать динамику контролируемых параметров и использовать более сложные алгоритмы распознавания предпожарных ситуаций и пожара по сравнению с традиционным для СПС алгоритмом «сравнения с уставкой».

На выходе чувствительного элемента датчика сигнал появляется под воздействием фактора, который изменяется и является непосредственным ощутимым следствием пожара (факторы, сопутствующие пожару: дым, тепло, пламя). Эти аналоговые сигналы преобразуются датчиком в цифровую форму последовательности токовых им-



Рис. 2. Структура подсистемы передачи информации

пульсов. Таким образом, когда блок сбора и обработки дискретной информации (БСДИ) запрашивает какое-либо устройство о его состоянии (или его адрес), оно отвечает токовым импульсом. В аналого-адресной системе аналоговые датчики действуют просто как чувствительные элементы, которые передают информацию о температуре, плотности дыма и другую в блок сбора и обработки информации. При этом его программное обеспечение воспринимает и преобразовывает эти аналоговые величины с целью принятия решения — давать или нет сигнал пожарной тревоги, предупреждения или сигнал о неисправности.

БСДИ является центром получения телеметрической информации, поступающей от датчиков. Так, от теплового датчика он постоянно получает сведения о температуре воздуха в месте его установки, от дымового — о концентрации дыма.

СКПО «Краб-М», серийно выпускаемая ОАО «Завод «Кризо»», предназначена для повышения пожарной безопасности кораблей, судов и береговых объектов. Система позволяет:

- контролировать динамику изменения пожароопасной обстановки в корабельных помещениях с последующей выдачей текущих значений контролируемых параметров, информации о факте и месте возникновения пожароопасной ситуации и пожаре с точностью до отдельного датчика или

пожарного извещателя, информации о техническом состоянии СКПО;

- сопрягаться с системой верхнего уровня, расширять при необходимости системы в части отображения результатов контроля в графической и числовой формах, тестировать оборудование и выводить информацию о его работоспособности, накапливать результаты, программировать параметры системы.

Структура СКПО «Краб-М» может быть реализована в виде двух- или трехуровневой распределенной микропроцессорной

системы (рис. 3). Уровни системы составляют следующие основные группы элементов (снизу вверх): датчики, пожарные извещатели и другие адресуемые устройства; групповые приборы (ГП); центральный прибор, выносное табло.

Адресуемые устройства связываются между собой и с ГП кольцевым шлейфом.

СКПО «Краб-М» позволяет подключать до 1860 адресуемых устройств (датчиков, извещателей). Адресуемые устройства включаются в кольцевые шлейфы ГП системы. Каждый шлейф обслуживается отдельным ГП. Каждое адресуемое устройство снабжено отсекающим короткозамкнутых участков шлейфа.

Входящий в состав СКПО центральный прибор (ЦП) является верхним уровнем системы и обеспечивает централизованный сбор, хранение и обработку информации, поступающей через ГП от датчиков комплекта. Количество подключаемых ГП — до 31.

ЦП реализует следующие функции: ввод, хранение и передачу на ГП информации, характеризующей конфигурацию системы (типы приборов, значения рабочих уставок и т. п.) при помощи встроенной функциональной клавиатуры и алфавитно-цифрового индикатора либо при помощи подключаемого компьютера;

сбор результатов контроля с ГП, их анализ;

непрерывное отображение состояния объекта и самой системы на

<sup>1</sup>Система контроля пожарной безопасности. Патент на полезную модель. Свидетельство № 26430. М.: Роспатент. Бюл. № 34, 2002 г.



алфавитно-цифровом табло, передачу состояния на компьютер;

определение тревожных состояний и отказов оборудования и информирование о них персонала;

регистрацию происходящих в системе событий и действий персонала и хранение этого протокола в энергонезависимой памяти;

информационное взаимодействие с групповыми блоками, проверку сигналов, поступающих от ГП, их анализ и логическую обработку с целью исключения ложных срабатываний;

контроль состояния ТС самой системы, в том числе обобщенный контроль исправности шлейфов ГП;

автоматическое представление оператору информации о месте возникновения пожара, пожароопасной обстановки и контролепригодности ТС с возможно более точным указанием места нарушения (наименование помещения и номер датчика) с использованием световых и звуковых сигнализаторов и алфавитно-цифровых табло и мнемосхем (в случае использования бортовых компьютеров);

контроль (по заданию оператора) текущих значений параметров окружающей среды (температуры и оптической плотности) в местах установки датчиков;

хранение информации о содержании, времени и последовательности наступления последних событий, зарегистрированных системой, и представление ее по запросу оператора; информационный обмен с системой верхнего уровня;

контроль вскрытия корпуса прибора;

контроль и индикацию состояния питающей сети и резервного источника питания, автоматическое переключение питания на резервное при отключении основного.

При подключении к ЦП компьютера (вместо выносного табло) значительно расширяются возможности системы в части отображения результатов контроля в графической и числовой формах, проведения тестов оборудования, вывода информации и накопления результатов.

ГП обеспечивает обслуживание одного кольцевого шлейфа, в том числе: адресный прием информации от датчиков и ручных извещателей, включенных в шлейф; обработку информации с целью контроля

пожарной обстановки; выделение состояний «ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ», «ПОЖАР», «АВАРИЯ»; передачу результатов контроля на ЦП.

ГП составляют средний уровень СКПО «Краб-М». Они выполнены в виде законченных необслуживаемых изделий, полностью реализующих процедуру контроля в подключенных шлейфах. Каждый ГП располагает световыми индикаторами состояния цепи питания, шлейфа, контроля исправности прибора. Количество обслуживаемых адресных устройств — до 60. Общее время опроса — не более 1 с.

ГП реализуют следующие функции: опрос датчиков, цифровую фильтрацию ответов; контроль состояния оборудования, включенного в шлейф, и самого шлейфа; накопление результатов контроля; прием от ЦП информации о конфигурации адресуемых приборов, включенных в шлейф (типы приборов, значения порогов и т. п.); передачу результатов контроля и накопленной информации на ЦП; питание датчиков, подключенных к шлейфу; контроль состояния источников питания (основного и резервного); управление собственными средствами звуковой и световой сигнализации; диагностирование исправности датчиков, извещателей и линий связи (обрыв, короткое замыкание).

Средства контроля и защиты ГП и размещенные в каждом адресуемом устройстве отсекатели короткозамкнутых участков обеспечивают безаварийную работу оборудования при возникновении в кольцевом шлейфе короткого замыкания. При этом обеспечивается локализация места нарушения. Сохраняется работоспособность остальных датчиков.

ГП обеспечивает также фильтрацию ложных сигналов; прием от ЦП и хранение информации о конфигурации изделия для конкретного заказа; передачу на ЦП информации о состоянии источников питания.

Выносное табло предназначено для информирования о состоянии комплекта в месте, отличном от места установки ЦП. Табло дублирует информацию, отображаемую на ЦП, с использованием световых и звуковых сигнализаторов и алфавитно-цифровых индикаторов.

В состав комплекта приборов СКПО «Краб-М» входят датчики температуры с диапазоном измеряемых

температур от 25 до 100 °С; датчики оптической плотности, контролирующие оптическую плотность воздушной среды на расстоянии 1 м, от 5 до 50%; датчики теплового излучения; датчики избыточного давления; ручные пожарные извещатели. В состав любого адресного датчика и извещателя, предназначенного для использования в составе комплекта СКПО, входят: интерфейс шлейфа с цепью питания, управляющий микропроцессор, датчик контролируемого параметра и его интерфейс (измерительный тракт), отсекатель короткозамкнутых участков магистрали.

Отличия датчиков заключаются в типе используемого чувствительного элемента, а следовательно, и интерфейса детектора. Остальные узлы датчиков выполнены по типовой схеме.

Микропроцессор является универсальным электронным прибором, его функционирование зависит от заложенной программы. Микропроцессор имеет встроенный аналого-цифровой преобразователь, с помощью которого измеряется контролируемый параметр.

Микропроцессор в датчиках реализует: протокол обмена с ГП; контроль состояний отсекателей короткозамкнутых участков; управление питанием датчика или исполнительного устройства; периодическое измерение контролируемой датчиком величины; управление индикатором; хранение пороговых значений, режимов работы, порядкового и серийного номера.

СКПО «Краб-М» строится на основе технологии сети. Повышение надежности и живучести изделия достигается путем оптимизации структуры и распределения функций между компонентами изделия. Функции распределены следующим образом. ЦП опрашивает групповые приборы, принимает от них информацию о состоянии датчиков и зарегистрированных событиях, отображает или дублирует информацию на алфавитно-цифровом дисплее, сохраняет и передает ее в компьютер для дальнейшей обработки. ГП принимает и обрабатывает информацию от датчиков в шлейфе, самостоятельно принимает решение о появлении пожара, передает в ЦП информацию о состоянии системы, осуществляет аппаратно-программный контроль состояния шлейфа и адресуемых устройств и

защиту от отказов системы при возникновении аварийных ситуаций, что повышает надежность и живучесть системы.

Такая структура системы позволяет обеспечить работоспособность комплекта при отказе линий связи ГП с ЦП, своевременное обнаружение неисправностей шлейфа.

Исполнение ГП в виде полуавтоматического устройства с собственными средствами сигнализации обеспечивает следующие преимущества: повышается живучесть системы благодаря децентрализации процедуры контроля — система не теряет работоспособности при выходе из строя любого узла; шлейфы, обслуживаемые различными групповыми приборами, гальваноразвязаны, что обеспечивает при замыкании какого-либо из них на корпус нормальную работу остальных шлейфов системы; возможен вынос ГП непосредственно к контролируемым зонам, что позволяет уменьшить длину кольцевых шлейфов, а следовательно, повысить их помехозащищенность. Одновременно облегчается поиск неисправностей шлейфа.

ГП контролируют состояние датчиков, а именно: прекращение ответа ранее работавшего датчика; включение в шлейф нового датчика; одновременный ответ нескольких датчиков. Результаты контроля передаются групповым прибором на ЦП. Неисправности шлейфа индицируются на панели ГП.

Использование кольцевых шлейфов, специальная организация интерфейсной части групповых приборов и наличие встроенных в каждое адресуемое устройство отсекаелей короткозамкнутых участков обеспечивают: определение обрыва провода шлейфа с локализацией места обрыва, короткого замыкания в проводах шлейфа с локализацией места замыкания, короткого замыкания внутри датчиков; автоматическое отсекаение короткозамкнутых участков шлейфа и неисправных (с внутренним коротким замыканием) датчиков; определение изменения токопотребления шлейфа.

Информация, принимаемая от датчиков, подвергается цифровой

фильтрации для уменьшения числа ложных срабатываний, вызванных кратковременными электрическими и физическими воздействиями, без внесения больших задержек в принятие этого решения. Благодаря этому обеспечивается бесперебойная работа системы при возникновении одиночных обрывов и замыканий в шлейфе, а также при замене датчиков. Для повышения надежности в системе используется передача информации от датчиков к групповому блоку по магистрали в цифровой форме, что повышает помехозащищенность информации, передаваемой в шлейфе.

ОАО «Завод «Кризо»» выпускаются СКПО «Краб-М», изготовленные с учетом проекта корабля (судна), его водоизмещения, требований по взрывопожарозащите. Унификация и стандартизация элементов (блоков) СКПО «Краб-М», а также серийное производство таких систем — залог обеспечения высокой пожарной защищенности кораблей (судов) и удешевления стоимости систем в целом.

## БЛИЦ-НОВОСТИ

✓ Первая партия 8,5-метровых стеклопластиковых рыбацких лодок, построенная ЗАО «Псковская лодочная верфь», отправлена в Салехард. Рыбодобывающие хозяйства на Оби вскоре получат еще несколько десятков подобных лодок.

✓ В ОАО ЛСЗ «Пелла» закончено формирование программы постройки буксиров на 2008 г. Среди заказчиков — «Норильский никель», Сибирская угольно-энергетическая компания, Компания Усть-Луга, Клайпедский морской торговый порт. Между тем, в мае были подготовлены к спуску два буксира пр. 16609 для ЗАО «Таманьнефтегаз». Каждый из них снабжен двумя двигателями по 1641 кВт.

✓ В конце мая в Ханты-Мансийске ЗАО «АКС-Инвест» передало заказчику пассажирское СВП «Марс-2000».

✓ Судостроительный завод «Залив» (Керчь, Украина) завершил постройку серии из шести корпусов контейнеровозов для голландской компании IHDA Shipbuilding. Масса корпуса для последнего контейнеровоза «Victoriadier» составила 2324 т.

✓ 25 мая в цехе ОАО «Ярославский судостроительный завод» состоялась закладка речной моторной яхты пр. ST24NB. Планируется серийная постройка. В этот же день был спущен на воду пограничный сторожевой корабль пр. 10410, построенный для пограничной службы ФСБ РФ.

✓ 26 мая со стапеля ОАО «Волгоградский судостроительный завод» был спущен на воду третий сухогруз дедвейтом 6750 т (пр. RSD19) для Irinvestship Limited (Иран).

✓ 22 мая головной дизель-электрический ледокол «Москва» был спущен на воду корабельными ОАО «Балтийский завод». Заказчик — ФГУП «Росморпорт».

✓ 23 мая судостроители ОАО «Завод «Красное Сормово»» спустили на воду сухогруз «Akhted Mahmudov» дедвейтом 6270 т (пр. RSD17) — последний в серии, заказанной судоходной компанией Palmali.

✓ В мае ОАО «Завод «Красное Сормово»» и компания Palmali подписали контракт на постройку второго и третьего танкеров дедвейтом 13 000 т (пр. 19619).

✓ На стапеле ЗАО «Охтинская верфь» заложили глиссирующий катер пр. «Охта SM 1163» для поисково-спасательной службы Санкт-Петербурга.

✓ Для ОАО «Амурское речное пароходство» на Харбинском судостроительном заводе (КНР) построены два 37-метровых пассажирских судна «Амур-2008» и «Амур-2009», каждое — на 209 чел.

✓ 18 мая на южнокорейской верфи Hyundai Heavy Industries спустили на воду танкер «PRISCO Mizar» дедвейтом 166 000 т — первое из двух таких судов, заказанных ОАО «Приморское морское пароходство».

✓ ОАО «Аркульский судостроительно-ремонтный завод им. Кирова» и голландская компания Rein Trailer Transport Rotterdam подписали контракт на постройку пяти барж и корпуса теплохода. 17 мая на заводе спустили на воду баржу «Vegas» — двадцатую за последние 10 лет, построенную для голландцев.

✓ 15 мая корабельные ООО «Онежский судостроительный завод» сдали Невской судоходной компании сухогруз «Василий Климов» дедвейтом 3330/5490 т. Это седьмое судно типа «Карелия», построенное по пр. 005RSD03.