



Рис. 2. Структурные схемы судовой локальной сети  
а) типовая схема, б) с учетом приоритетов систем

*П.И. Грушин, Н.П. Ямпурин*  
Арзамасский филиал НГТУ им. Р.Е. Алексеева  
*В.И. Логинов, Ю.С. Федосенко*  
ФБОУ ВПО «ВГАВТ»

## ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ КОГНИТИВНОГО РАДИО В СИСТЕМАХ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ВОДНЫХ ПУТЕЙ

Рассматриваются перспективы использования нового направления телекоммуникационных технологий – когнитивного радио как технической платформы реализации концепции Internet of Things на парадигме «Fog computing» с целью для обеспечения надежной эксплуатации и безопасности внутренних водных путей на всей территории Российской Федерации.

Российская Федерация является великой речной державой – большую часть вод-

ных путей России приходится на реки, озера, водохранилища, на которых базируется основная часть судов. Рациональное использование и безопасная эксплуатация этих ресурсов является главным компонентом повышения благосостояния нашей страны.

Современный этап развития водных путей характеризуется ужесточением требований к обеспечению их безопасной эксплуатации.

Основные положения о безопасности внутренних водных путей Кодекса внутреннего водного транспорта РФ [1, 2] изложенные в главе 6 статьи 34 пунктах 4 и 5 гласят:

*Пункт 4.* Бассейновые органы государственного управления на внутреннем водном транспорте для обеспечения безопасности судоходства осуществляют:

- содержание внутренних водных путей в соответствии с программой обеспечения гарантированных габаритов судовых ходов, категорией навигационного оборудования и сроками его действия;

- пропуск судов и иных плавучих объектов через шлюзы;

- диспетчерское регулирование движения судов в порядке, установленном федеральным органом исполнительной власти в области транспорта;

- контроль за выполнением правил, норм и стандартов в области связи, используемой судами на внутренних водных путях;

*Пункт 5.* Владельцы сооружений, расположенных на внутренних водных путях, обязаны своевременно информировать бассейновые органы государственного управления на внутреннем водном транспорте о возникновении угрожающих безопасности судоходства ситуаций для принятия соответствующих мер.

Безопасность эксплуатации водных ресурсов в значительной степени зависит от своевременного получения информации о состоянии и достоверности навигационной и метеорологической обстановки в районе плавания. Такие прогнозы передаются специально назначенными для этого береговыми радиостанциями. Основным видом радиосвязи является радиотелефония в симплексном режиме (когда прием и передача разделены по времени), используемая для оперативной связи «судно – судно», «судно – шлюз» и т.п. Зоны действия этих радиостанций имеют, как правило, имеют перекрытие, поэтому передачи прогнозов и путевой информации можно принимать практически в любой точке бассейна. Основным недостатком в использовании голосового обмена на метеорологической информацией затрудняет ее использование для протоколирования в случае возникновения аварийных ситуаций. Погода в различных районах плавания даже на одной реке может существенно отличаться друг от друга, поэтому получение оперативной и достоверной информации один из необходимых компонентов обеспечения безопасной эксплуатации водных путей.

Вторым важным компонентом обеспечения безопасности плавания является наличие оперативной путевой информации, особенно при согласовании взаимных действий и маневров, находящихся в опасной близости судов, особенно в узостях, в условиях плохой видимости, в шлюзах и на подходах к ним. Основными компонентами водных путей внутреннего плавания являются навигационные знаки, которые в настоящее время выполняли только пассивную роль.

Существуют ряд негативных факторов, влияющих на безопасность эксплуатации водных путей, а именно:

- интенсивность русловых процессов,

- несанкционированное проникновение и повреждение навигационных знаков,

- большую протяженность водных путей,

- трудность диагностики неисправностей навигационных знаков.

Использование средств автоматизации и современных телекоммуникационных технологий для обеспечения своевременного информирования о ситуациях, угрожающих безопасности судоходства позволит получать информацию, организовать резервные каналы связи для получения оперативной информации, как непосредствен-

но участником движения, так и органами управления движением, и снизить эксплуатационные расходы, связанные с обслуживанием водных путей.

Решение этих задач с учетом выше перечисленных негативных факторов можно осуществить путем модернизации и расширения функциональных возможностей основного компонента организации водных путей – биев и бакенов.

Расширение функциональных возможностей навигационных знаков должна содержать средства постоянного мониторинга судоходной обстановки, которые включают в себя следующие основные задачи:

- определение местоположения навигационного оборудования водных путей, с целью предотвращения аварийных ситуаций, связанных с непреднамеренным и преднамеренным смещением навигационных знаков .

- определение метеорологических параметров в месте установки навигационного оборудования водных путей.

- мониторинг параметров судового хода.

- сбор полученной информации и передача ее в центр оперативной обработки с использованием стандартных средств связи (например, системы АИС или систем сотовой связи GSM, 3G, LTE)

- автоматизация определения местоположения судов, находящихся в зоне обслуживания навигационных знаков

- повышение оперативности и точности диспетчерского регулирования

Функционирование такой сложной системы обеспечения безопасности водных путей невозможно без организации резервных каналов телекоммуникаций. Одной из перспективных современных технологий организации резервных каналов связи является использование технологии когнитивного радио.

Особенности технологии когнитивного радио состоит в том, что ее функционирование основано на использовании технологии динамического распределения спектра. Дальность каналов связи может меняться в зависимости от используемого диапазона частот от нескольких до нескольких сотен километров. Отсутствуют расходы на лицензирование частот для каналов связи, что существенно снижает эксплуатационные расходы. Когнитивное радио имеет возможность динамически изменять пропускную способность каналов связи и гарантированную дальность связи в зависимости от потребности в решении конкретной задачи передачи данных.

При большой удаленности от инфраструктуры основных сотовых каналов связи система когнитивного радио будет играть роль основного канала связи.

Организация взаимодействия инфраструктуры внутренних водных путей можно строить используя концепцию [3] Internet Of Things (IoT – Интернет вещей). Интернет вещей – концепция вычислительной сети физических объектов («вещей»), оснащенных встроенными технологиями для взаимодействия друг с другом или с внешней средой, рассматривающая организацию таких сетей как явление, способное перестроить экономические и общественные процессы, исключаяющее из части действий и операций необходимость участия человека.

Использование концепции IoT для взаимодействия отдельных компонентов внутренних водных путей позволит в будущем создать универсальную, распределенную, легко масштабируемую систему мониторинга и обеспечения безопасности внутренних водных путей, способную оперативно реагировать на

С начала 2010-х годов «интернет вещей» становится движущей силой парадигмы «туманных вычислений» [4] (англ. fog computing), распространяющей принципы облачных вычислений от центров обработки данных к огромному количеству взаимодействующих географически распределенных устройств, способных перемещаться в пространстве.

Парадигма «туманных вычислений» рассматривается как базовая платформа «интернета вещей» в совокупности с технологией когнитивного радио, что позволяет автоматизировать процессы обслуживания компонентов внутренних водных путей и как

следствие оперативность мониторинга их инфраструктуры, оперативность реагирования на экстремальные ситуации и общую безопасность эксплуатации водных путей.

**Список литературы:**

- [1] Кодексы и законы Российской Федерации. Электронный ресурс: Кодекс внутреннего водного транспорта РФ [Режим доступа:] [http://kzrf.ru/kvvtvf\\_head\\_06.html](http://kzrf.ru/kvvtvf_head_06.html)
- [2] Гарант сервис. Электронный ресурс. Кодекс внутреннего водного транспорта РФ [Режим доступа]: <http://base.garant.ru/12122218/6/>
- [3] Леонид Черняк. Платформа Интернета вещей. Открытые системы. СУБД, №7, 2012.
- [4] Bonomi F., Milito R., Zhu J., Addepalli S. Fog Computing and Its Role in the Internet of Things (англ.). SIGCOMM'2012. ACM (19 June 2012).

**П.И. Грушин**

*Арзамасский филиал НГТУ им. Р.Е. Алексеева*

**В.И. Логинов**

*ФБОУ ВПО «ВГАВТ»*

## **КОГНИТИВНОЕ РАДИО – МЕТОДИКА НАЗНАЧЕНИЯ ЧАСТОТ КАНАЛОВ СВЯЗИ С УЧЕТОМ ПОДАВЛЕНИЯ КОМБИНАЦИОННЫХ ПОМЕХ**

Оптимальное назначение частот связи в сложных системах нелинейного преобразования частот позволяет решить задачу повышения эффективности их использования и пропускной способности. Рассматриваются вопросы повышения эффективности алгоритмов анализа комбинационных частот при нелинейном преобразовании частот для использования в технологии когнитивного радио.

Одной из важных задач, как проектирования, так и эксплуатации приемопередающей аппаратуры является надежность и эффективность использования существующих каналов связи. Выдвинутая в начале XXI века идея когнитивного (интеллектуального) метода организации беспроводных каналов связи [1] является в условиях дефицита доступных радиочастотных ресурсов весьма продуктивной. Если учитывать, что интенсивность использования частотных ресурсов напрямую зависит от плотности населения, то в местах с низкой плотностью населения доступные частотные ресурсы вообще не используются.

Эксплуатация этой идеи открывает путь перехода от статического назначения и распределения частотных ресурсов к динамическому, что позволит в будущем рационально использовать статически назначенные, а также свободные частотные ресурсы, если они не используются в данном регионе.

Современный этап развития телекоммуникационных технологий характеризуется интенсивным развитием и внедрением когнитивного радио [2–4], что позволит решить первоочередные задачи эффективного использования диапазонов, отведенных для телерадиовещания [4]. Функционирование устройств когнитивного радио выполняется в режиме реального времени, что позволяет решать основные задачи использования выделенного частотного ресурса и замены его другим частотным ресурсом в случае его занятости радиотехнической службой с более высоким приоритетом. Это ограничение требует от используемого программного обеспечения управления в контроллерах когнитивного радио максимального быстродействия для анализа частотного распределения, определения основных параметров каналов связи, выбора способов модуляции для решения главной задачи

Типовое устройство функционирующее по технологии когнитивного радио должно иметь связь с базой данных текущего состояния частотных ресурсов, иметь уст-