

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И АВТОМАТИЗАЦИЯ НА ТРАНСПОРТЕ

УДК 656.62:621.396

Ю. Н. Андрюшечкин,
канд. техн. наук, доц.;

В. В. Каретников,
д-р техн. наук; проф.;

А. П. Яснoв,
асп.

К ВОПРОСУ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ СУДОХОДСТВА НА ВНУТРЕННИХ ВОДНЫХ ПУТЯХ РОССИИ

ON THE QUESTION OF THE USE OF MODERN INFORMATION TECHNOLOGY FOR NAVIGATION SAFETY ON INLAND RUSSIAN WATERWAYS

В статье рассматриваются вопросы, связанные с распространением радиоволн СВ-диапазона с учетом влияния подстилающей поверхности на примере действующей контрольно-корректирующей станции (ККС) «Шексна» и возможности передачи по каналам автоматической идентификационной системы (АИС) дифференциальной поправки глобальной навигационной спутниковой системы (ГНСС). Отмечается, что в отдельных случаях данная поправка может служить для компенсации незначительных разрывов дифференциальных полей СВ-диапазона. Представлены расчеты зоны действия исследуемой ККС «Шексна». На примере региона участка внутренних водных путей (ВВП) России «Белое озеро» показан вариант построения системы мониторинга средств навигационной ограждения (СМ СНО). В результате проведенного анализа результатов, сделан вывод о том, что для успешного функционирования СМ СНО для района ВВП «Белое озеро» достаточно оборудовать аппаратурой АИС лишь часть выставленных буев. В случае, если элемент СНО располагается вне зоны действия базовой станции (БС) АИС, целесообразно организовать передачу данных от объектов мониторинга «по цепи».

This article discusses questions related to the MF radio propagation range, taking into account the influence of the underlying surface on the example of the operating control and correction station «Sheksna» and the possibility of transmission differential correction of the global navigation satellite system (GNSS) in channels of the Automatic Identification System (AIS). In some cases, this differential correction can be used to compensate for minor breaks differential fields MF range. Presents the calculated coverage correction control station «Sheksna». On the example of the White Lake shows a variant of the construction of a monitoring system of aids to navigation for the area of inland waterways of Russia. After analyzing the results we can say that, for the successful functioning of the monitoring system for White Lake enough to equipped AIS equipment only part exposed buoys, if the buoy is out of range of the base station AIS is advisable to organize the transfer of data from monitoring sites «on the circuit».

Ключевые слова: система мониторинга плавучей навигационной обстановки, автоматическая идентификационная система (АИС), распространение радиоволн СВ диапазона, подстилающая поверхность, контрольно-корректирующая станция (ККС), безопасность судоходства.

Key words: Monitoring floating of navigational aids, Automatic Identification System (AIS), MF propagation range, correction station, the underlying surface, the safety of navigation.



ВЕЛИЧЕНИЕ интенсивности судоходства на внутренних водных путях (ВВП) приводит к необходимости обратить пристальное внимание на уровень безопасности судоходства. Суда, при плавании на ВВП, как правило, оснащены современным навигационным

оборудованием и средствами связи. При этом в большинстве районов береговая инфраструктура соответствует уровню оснащенности судов.

Внедрение современных инфокоммуникационных технологий на ВВП РФ, таких как автоматизированная идентификационная система (АИС), позволяет повысить уровень безопасности судоходства при увеличении интенсивности грузопассажирских перевозок. В этом случае весьма остро стоит вопрос определения зоны действия такой системы с учетом воздействия взаимных помех, окружающего рельефа и взаимного перемещения транспондеров относительно базовых станций (БС) [1].

Передаваемые по каналам АИС дифференциальные поправки ГНСС позволяют повысить эксплуатационные характеристики и качество мониторинга на ВВП. Необходимо отметить, что дифференциальная поправка, передаваемая в информационном канале АИС весьма актуальна для построения системы мониторинга средств навигационного ограждения (СМ СНО). В отдельных случаях для компенсации незначительных разрывов дифференциальных полей СВ-диапазона может быть использована поправка, передаваемая в канале АИС. Однако здесь необходимо помнить, что возраст дифференциальных поправок, передаваемых в канале АИС, несколько выше, чем в канале СВ-диапазона [2].

Процесс распространения поверхностных радиоволн СВ-диапазона над почвой зависит от ее физико-химических свойств [3], [4]. К таким свойствам, в первую очередь, относятся проводимость σ , сим/м, и диэлектрическая проницаемость ϵ . Свойства проводимости подстилающей поверхности в основном определяются ее составом, а также количеством растворов солей, содержащихся в почве и воде. Влияние подстилающей поверхности на процесс распространения поверхностных волн СВ-диапазона можно учесть с помощью нелинейного множителя ослабления $|W|$ [3], определяемого для однородной подстилающей поверхности в виде

$$|W| = 0,96 \cdot 10^{-5} \frac{\lambda^2 \sigma}{D}, \quad (1)$$

где λ — длина волны; D — удаленность от передатчика.

Для полноты исследования влияния свойств подстилающей поверхности на дальность передачи корректирующей информации определим зависимость вертикальной составляющей напряженности [5] электромагнитного поля. Для решения этой задачи можно использовать следующее соотношение:

$$|E| = \frac{3 \cdot 10^5 \sqrt{P}}{D} |W|, \quad (2)$$

где P — мощность передатчика.

Аппроксимирующие модели позволяют определять непосредственно дальность распространения радиоволны в зависимости от реальных характеристик используемой приемопередающей аппаратуры и электромагнитных параметров мультикомпозиционной подстилающей поверхности, над которой происходит распространение радиосигнала. Конечным результатом вычислений является дальность распространения радиосигнала — один из основных критериев на первичных этапах инженерного проектирования контрольно-корректирующей станции (ККС).

Алгоритм определения зоны действия передатчика в СВ-диапазоне при распространении радиосигнала земной волной может быть представлен решением трансцендентного уравнения для произвольной подстилающей поверхности:

$$B_e = \frac{r_c}{|W|}. \quad (3)$$

Здесь r_c — удаленность от передатчика; $|W|$ — нелинейный множитель ослабления; B_e или $B_e^{\text{зад}}$ — энергопотенциал радиосистемы.

Энергопотенциал радиосистемы определяется согласно выражению

$$B_e = \frac{\lambda}{2\sqrt{2}\pi} \sqrt{\frac{P_{\text{пер}}}{\alpha \cdot P_{\text{пр min}}} D_{\text{пр}} D_{\text{пер}}}, \quad (4)$$

где λ — длина волны; $P_{\text{пр min}}$ — чувствительность приемника; α — коэффициент, определяющий требуемую вероятность приема.

Применение энергопотенциала радиосистемы для определения дальности действия ККС впервые было предложено профессором А. А. Сикаревым. Эта величина является условием, напрямую зависящим от параметров конкретного приемопередающего оборудования. Ее использование в дальнейшем позволит определить пороговое значение вертикальной составляющей напряженности электромагнитного поля волны и, таким образом, установить дальность действия радиостанции с учетом параметров приемопередающего оборудования. Изменяя параметры оборудования в большую или меньшую сторону, логично будет ожидать увеличения или уменьшения зоны уверенного приема радиосигнала [2], [5], [6]:

$$D_{\text{пр}} = G_{\text{пр}} \cdot \eta_{\text{пр}}, \quad (5)$$

$$D_{\text{пер}} = G_{\text{пер}} \cdot \eta_{\text{пер}}, \quad (6)$$

где $G_{\text{пр}}$ и $G_{\text{пер}}$ — коэффициент усиления, соответственно, приемной и передающей антенн; $\eta_{\text{пр}}$ и $\eta_{\text{пер}}$ — КПД их антенно-фидерного тракта.

В качестве примера рассмотрим ККС «Шексна». Подстилающая поверхность в районе установки указанной ККС достаточно разнообразна. Максимальное количество участков с однородной подстилающей поверхностью наблюдается в южном и северо-западном азимутальных направлениях. На рис. 1 приведена расчетная зона действия рассматриваемой ККС, имеющая форму, близкую к эллиптической с большой полуосью с северо-запада на юг.



Рис. 1. Периметр зоны действия ККС «Шексна»

Принимая сделанные допущения, дальность передачи дифференциальной поправки будет составлять 249 км. Такая дальность действия доступна на северо-западном азимутальном направлении. Вероятно, это можно объяснить прохождением радиотрассы над водной поверхностью. Подобный эффект наблюдается на южном азимутальном направлении. Здесь дальность несколько меньше и составляет 243 км. На остальных азимутальных направлениях дифференциальное

поле практически равномерно, его дальность составляет около 223 км. Также можно отметить, что здесь проводимость концевых участков несколько ниже, чем в средней части.

Расчетные дальности действия ККС «Шексна» в зависимости от направления приведены в следующей таблице:

Номер п/п.	Название ККС	Координаты ККС	С, км	В, км	Ю, км	З, км	СВ, км	ЮВ, км	ЮЗ, км	СЗ, км
1	«Шексна»	59°46,0' N 38°14,0' E	223	223	243	223	223	223	223	249

Речная система мониторинга СНО (СМ СНО) может быть реализована на основе инфокоммуникационных каналов систем, работающих в различных частотных диапазонах. В качестве таких систем в зависимости от расположения элементов СНО могут использоваться системы сотовой связи, например, стандарта GSM. Однако в некоторых случаях весьма конструктивными могут быть системы спутниковой связи, такие как Инмарсат, Глобалстар или Иридиум [7].

В речных СМ СНО, функционирующих на основе стандарта GSM, связь объектов мониторинга с пунктом контроля и управления осуществляется по открытому каналу операторов сотовой связи. Очевидным недостатком такой СМ СНО является необходимость расположения объекта мониторинга в зоне действия существующих базовых станций (БС) стандарта связи GSM.

Реализация речных СМ СНО на базе спутникового канала связи основана на использовании сервиса передачи коротких сообщений по существующим коммерческим спутниковым системам общего доступа. Эти сообщения формируются абонентским оборудованием (терминалом) и содержат информацию о состоянии объекта мониторинга. Далее они передаются по спутниковой линии связи в центр управления. Речные СМ СНО на базе спутникового канала широко применяются в районах с низко развитой инфраструктурой, не обеспеченных связью стандарта подобного GSM.

Следует отметить, что вполне успешно для мониторинга СНО может применяться автоматизированная идентификационная система (АИС). Речная СМ СНО, строящаяся на основе каналов связи АИС, может быть реализована трех типов [7], [8].

Тип 1. Оборудование СМ СНО работает только на передачу, используя протокол F4TDMА. Отсюда следует, что временные слоты для такого оборудования должны быть зарезервированы. Это наиболее простая версия, с минимальным энергопотреблением.

Тип 2. Оборудование подобно типу 1, но дополнительно оснащено приемником с ограниченными возможностями. Это позволяет получать сообщения из центра управления и осуществлять удаленную настройку оборудования со стороны центра управления.

Тип 3. Оборудование состоит из двух транспондеров, что позволяет осуществлять полноценное управление по каналу VDL АИС. Здесь, кроме режима F4TDMА, возможна реализация режима R4TDMА, где предварительное резервирование временных слотов не требуется. В данном случае возможна функция ретрансляции АИС-сообщений, что, несомненно, расширяет функциональные возможности цепи СНО-АИС.

Общие принципы построения таких систем заключаются в обеспечении надежного перекрытия зон действия всех элементов СМ СНО с последующим объединением их в общую сеть, что позволяет обеспечить квазинадежное покрытие акваторий СМ СНО.

В ряде случаев транспондер АИС может быть использован для транзитной передачи с целью увеличения её зоны. По существу, он функционирует как ретранслятор, но не имеет доступа к наземной линии. Такие ретрансляторы могут также быть установлены на удаленных островах вдали от берега для расширения зоны обслуживания береговой БС.

Следует отметить, что некоторые специалисты выражают обеспокоенность тем, что пропускная способность каналов АИС вскоре может оказаться недостаточной с учетом реальной и перспективной интенсивности судоходства, а также возможностью установки оборудования АИС на элементах СНО, маломерных и прогулочных судах и др. Реальная пропускная способ-

ность канала связи АИС [4], [9], [10] должна рассчитываться с учетом особенностей того района, где предполагается внедрение и развертывание системы.



Рис. 2. Структура СМ СНО на примере Белого озера

Рассмотрим вариант построения СМ СНО на примере Белого озера — рис. 2. Как было показано в [8], [11], радиус действия БС АИС при высоте антенны 30 м и буйа с высотой антенны 4 м составляет 30 км, а радиус действия транспондеров элементов СНО в случае передачи данных мониторинга между буйами с высотой антенны будет равен 10 км. Проанализировав полученные результаты и структуру СМ СНО для Белого озера, можно сделать вывод о том, что при данной расстановке буйев нет необходимости оборудовать аппаратурой АИС каждый буй, для достижения заданной цели достаточно оборудовать не менее пяти буйев. Также следует отметить, что несколько буйев могут находиться вне зоны действия БС АИС. В таком случае целесообразно организовать передачу данных от объектов мониторинга «по цепи».

Список литературы

1. Каретников В. В. Современные инфокоммуникационные технологии внутреннего водного транспорта России / В. В. Каретников, А. А. Сикарев // Речной транспорт (XXI век). — 2010. — № 1 (43). — С. 65–68.
2. Каретников В. В. Топология дифференциальных полей и дальность действия контрольно-корректирующих станций высокоточного местоопределения на внутренних водных путях / В. В. Каретников, А. А. Сикарев. — Изд. 2-е. — СПб.: ГУМРФ, 2013. — 525 с.
3. Фейнберг Е. Л. Распространение радиоволн вдоль земной поверхности / Е. Л. Фейнберг. — Изд. 2-е. — М.: Наука, Физматлит, 1999. — 496 с.
4. Петухов Ю. В. Электромагнитная защищенность базовых станций речных автоматизированных информационных систем в условиях взаимных помех / Ю. В. Петухов, И. А. Сикарев // Проблемы информационной безопасности. Компьютерные системы. — 2008. — № 2. — С. 97–100.
5. Андрияшечкин Ю. Н. Особенности влияния подстилающей поверхности на дальность передачи корректирующей информации / Ю. Н. Андрияшечкин, В. В. Каретников // Проблемы информационной безопасности. Компьютерные системы. — 2011. — № 1. — С. 74–77.

6. Сикарев А. А. Оптимальный прием дискретных сообщений / А. А. Сикарев, А. И. Фалько. — М.: Связь, 1978. — 328 с.

7. Каретников В. В. Система мониторинга плавучей навигационной обстановки на внутренних водных путях России // В. В. Каретников, А. А. Сикарев, Г. Б. Чистяков [и др.] // Морская радиоэлектроника. — 2013. — № 3 (45). — С. 34–35.

8. Волков Р. В. К вопросу определения зоны действия системы мониторинга средств навигационного ограждения / Р. В. Волков, В. В. Каретников, А. П. Яснов // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2014. — № 3 (25). — С. 24–27.

9. Финк Л. М. Теория передачи дискретных сообщений / Л. М. Финк. — Изд. 2-е. — М.: Сов. радио, 1970. — 728 с.

10. Каретников В. В. Совершенствование систем управления судами с использованием автоматизированных идентификационных систем на внутренних водных путях / В. В. Каретников, И. А. Сикарев // Журнал университета водных коммуникаций. — 2010. — № 3. — С. 93–96.

11. Волков А. Б. Алгоритмы определения дальности и радиуса зоны действия автоматической информационной системы, работающей в условиях сложной помеховой обстановки / А. Б. Волков, В. В. Каретников, И. А. Сикарев // Мехатроника, автоматизация, управление. — 2009. — № 10. — С. 62–64.

УДК 004.056.5

М. Р. Бухарметов,
асп.;

Э. П. Теплов,
д-р полит. наук, проф.

ЗАЩИТА ГРАФИЧЕСКИХ ДОКУМЕНТОВ ПУТЕМ ВСТРАИВАНИЯ ПОЛУХРУПКИХ ЦИФРОВЫХ ВОДЯНЫХ ЗНАКОВ НА ОСНОВЕ МОДУЛЯЦИИ ЯРКОСТИ

GRAPHIC DOCUMENTS PROTECTION BY EMBEDDING A DIGITAL WATERMARK BASED BRIGHTNESS MODULATION

В статье описывается робастный метод защиты графических документов на основе алгоритма модуляции яркости. Защита осуществляется путем встраивания цифрового водяного знака в исходное незащищенное изображение. Приведенный алгоритм позволяет одновременно обеспечивать скрытое встраивание произвольной информационной последовательности заданного объема и аутентификацию графического документа. Данный метод устойчив к геометрическим атакам на стегоконтейнер, таким как кадрирование, повороты, кратные 90°, частичное удаление информации из области изображения контейнера. Дублирование встраиваемой скрытой информации на основе псевдослучайного распределения блоков графического документа усиливает защиту цифрового водяного знака от внешних геометрических воздействий на стегоконтейнер. В то же время поблочная проверка информационной последовательности путем нахождения одинаковых элементов ключа позволяет выявлять возможные области модификации изображения.

This article describes a robust method of protection of graphic documents based on the brightness modulation algorithm. Protection is carried out by inserting the digital watermark in the original unprotected images. The algorithm allows to simultaneously provide covert insertion of an arbitrary sequence of a given volume of information and graphic document authentication. This method is resistant to geometric attacks on stegocontainer, such as cropping, rotation, multiples of 90 degrees, the partial removal of information from the image container. Duplicating of embeddable hidden information, on the basis of pseudorandom distribution of units of the graphic document, strengthens protection of digital watermark against external geometrical influences on a stegocontainer. At the same time block-check of information sequence, by finding of identical elements of a key, allows to reveal possible areas of modification of the image.