

11. Ландэ Д. В. Основы интеграции информационных потоков / Д. В. Ландэ. — Киев: Инжиниринг, 2006. — 240 с.
12. Яковлев А. Н. Введение в вейвлет-преобразования: учеб. пособие / А. Н. Яковлев. — Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2003. — 104 с.
13. Дьяконов В. П. MATLAB. Полный самоучитель / В. П. Дьяконов. — М.: ДМК Пресс, 2012. — 768 с.
14. ГОСТ 54149-2010. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.
15. Мищенко В. Ф. Использование дискретного вейвлет-анализа в среде MatLab для расчета показателя искажения синусоиды напряжения судовой силовой сети питания / В. Ф. Мищенко, И. В. Сафронов // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2014. — № 5 (27). — С. 34–39.

УДК 656.628:621.396: 629.12.018(075.8)

С. Ф. Шахнов,
канд. техн. наук, проф.

**ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ ПАРАМЕТРОВ
РЕЧНЫХ ЛОКАЛЬНЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ ПОДСИСТЕМ
АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ СУДОВ**

**FUNCTIONAL STABILITY PARAMETERS
OF THE RIVER LOCAL DIFFERENTIAL SUBSYSTEMS
OF AUTOMATED CONTROL SYSTEM VESSEL TRAFFIC**

Рассматривается методика оценки вариационно-параметрической и вариационно-функциональной устойчивости размеров зон действия контрольно-корректирующих станций речных локальных дифференциальных подсистем автоматизированных систем управления движением судов к вариациям параметров взаимных и индустриальных помех. Для количественной оценки функциональной устойчивости используются коэффициенты относительной чувствительности. Получены выражения для коэффициентов относительной чувствительности при вариациях мощности, дальности и структуры взаимной помехи, а также мощности индустриальной помехи. Приводится расчет устойчивости размеров зон действия контрольно-корректирующих станций при вариации параметров взаимных и индустриальных помех на примере цепочки станций в зоне ответственности Администрации Волжского бассейна. Оценивается влияние вариаций различных параметров помех на функциональную устойчивость параметров контрольно-корректирующих станций.

The methodology of evaluation of variational and parametric and variational functional stability of the sizes of areas of the control and correction stations of the river local differential subsystem of the automated control system vessel traffic to variations of the parameters of mutual and industrial disturbances. For the quantitative evaluation of functional stability coefficients of relative sensitivity. The expressions for the coefficients of relative sensitivity due to variations of the power, range and patterns of mutual disturbances and power industrial disturbances. Given the stability calculation of the sizes of areas of the control and correction stations with variations of the parameters of mutual and industrial disturbances on the sample chain of the control and correction stations in the area of responsibility of the Administration of the Volga basin. Assesses the impact of variations in different parameters of interference on the functional stability of the parameters of the control and correction stations.

Ключевые слова: коэффициенты чувствительности, вероятность ошибки поэлементного приема, коэффициент взаимного различия, энергетика помехи.

Key words: sensitivity coefficient, probability of the error of piece-by-piece method, coefficient of mutual difference, power engineering of interference.

ПОВЫШЕНИЕ интенсивности судоходства на внутренних водных путях (ВВП) России и связанное с ним требование к повышению безопасности и эффективности навигации привело к необходимости внедрения современных инфокоммуникационных технологий, создающих базу для развертывания автоматизированных систем управления движением судов (АСУ ДС), предназначенных для обеспечения эффективного управления и мониторинга [1].

Работа АСУ ДС сопряжена с использованием систем позиционирования, каковыми являются спутниковые радионавигационные системы (СРНС) ГЛОНАСС/GPS. Однако для обеспечения требуемой точности позиционирования в речных условиях их радионавигационное поле обязательно должно сопрягаться с полем дифференциальной поправки (ДП) [2].

Исследования, проведенные по заказу Минтранса в рамках федеральной целевой программы «Поддержание, развитие и использование системы ГЛОНАСС на 2012 – 2020 годы», показали, что для создания дифференциальных подсистем, обеспечивающих высокоточное радионавигационное поле на ВВП России, с экономической точки зрения наиболее перспективным является использование локальных дифференциальных подсистем (ЛДПС) на базе цепочки контрольно-корректирующих станций (ККС), работающих в диапазоне частот морской радиомаячной службы (283,5 – 325 кГц) [3].

Вопросы топологии поля ДП подробно рассмотрены в работе [4]. Важнейшим условием оптимизации топологии данного поля является исследование помехозащищенности и функциональной устойчивости радиоканалов ККС. В данной работе рассматриваются проблемы функциональной устойчивости параметров радиоканалов ККС. Под функциональной устойчивостью информационных систем понимается их способность удерживать основные эксплуатационные характеристики в заданных пределах при вариациях случайных параметров сигналов и помех, а также вариациях их частотно-временной структуры. Соответственно функциональная устойчивость подразделяется на вариационно-параметрическую, т. е. устойчивость по отношению к вариациям параметров сигналов и помех, и вариационно-функциональную, т. е. устойчивость по отношению к вариациям формы сигналов и помех.

Методология оценки функциональной устойчивости при воздействии взаимных помех базируется на исследовании вероятности ошибки поэлементного приема цифрового сигнала. При некогерентном приеме фазоманипулированных (ФМ) сигналов и взаимных помех, для случая: незамирающий сигнал, замирающая по закону Релея помеха, вероятность ошибки поэлементного приема цифрового сообщения $p_{\text{ош}}$ будет определяться выражением [5]

$$p = 0,5 \exp \left[-h^2 \frac{1}{(2 + h_n^2 g_0^2)} \right], \quad (1)$$

где h^2 , h_n^2 — энергетика сигнала и k -ой помехи соответственно; g_0^2 — нормированный коэффициент взаимного различия (КВР) сигнала и помехи в частотно-временной области.

Расчет помехозащищенности радиоканалов ЛДПС при воздействии взаимных и промышленных помех рассмотрен в ряде работ, например в [6]. В общем случае, полная вероятность ошибок поэлементного приема дискретных сигналов определяется соотношением

$$p = f(Q, Q_n, G_{\text{сн}}), \quad (2)$$

где Q, Q_n — множество варьируемых параметров сигнала и помех; $G_{\text{сн}}$ — множество КВР сигналов и помех в частотно-временной области.

Для получения количественной меры функциональной устойчивости системы воспользуемся общими методами теории чувствительности [7]. Разложим функциональные зависимости в формуле (2) в ряд Тейлора и учтем только члены с производными первого порядка. Тогда приращение вероятности ошибки будет равно

$$\Delta p = \sum_{i=1}^n \frac{dp}{dq_i} \Delta q_i + \sum_{i=1}^m \frac{dp}{dq_{ni}} \Delta q_{ni} + \sum_{i=1}^k \frac{dp}{dg_i^2} \Delta g_i^2. \quad (3)$$

Относительное приращение ошибки будет определяться выражением

$$\frac{\Delta p}{p} \approx \sum_{i=1}^n s_{q_i} \frac{\Delta q_i}{q_i} + \sum_{i=1}^m s_{q_{ni}} \frac{\Delta q_{ni}}{q_{ni}} + \sum_{i=1}^k s_{g_i} \frac{\Delta g_i^2}{g_i^2}, \quad (4)$$

где n, m — число варьируемых параметров сигнала и помехи соответственно; k — число варьируемых параметров КВР сигнала и помехи; $S = \{s_i\}$ — множество коэффициентов относительной чувствительности, определяемых выражением

$$s_l \approx \frac{\Delta p}{p} / \frac{\Delta q_l}{q_l}, \quad l \in \{1, 2, \dots, (n + m + k)\}. \quad (5)$$

Относительное приращение вероятности ошибки и определяет количественное выражение чувствительности характеристики помехоустойчивости. Выражение (4) устанавливает связь между функциональной устойчивостью информационных систем и чувствительностью их характеристик помехоустойчивости. Следовательно, коэффициенты относительной чувствительности S , определяемые выражением (5), можно рассматривать как количественную меру функциональной устойчивости информационных систем.

При этом коэффициенты относительной чувствительности вида

$$s_{q_i} = \frac{\Delta p}{p} / \frac{\Delta q_i}{q_i}, \quad i = 1, 2, \dots, n; \quad s_{q_{ni}} = \frac{\Delta p}{p} / \frac{\Delta q_{ni}}{q_{ni}}, \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (6)$$

определяют количественную оценку вариационно-параметрической устойчивости информационной системы, а коэффициенты

$$s_{g_i} = \frac{\Delta p}{p} / \frac{\Delta g_i^2}{g_i^2}, \quad i = 1, 2, \dots, k \quad (7)$$

— вариационно-функциональную.

При наличии взаимных помех от соседних ККС параметрами, определяющими вариационно-параметрическую устойчивость подсистемы и варьируемыми с целью оптимизации топологии поля ДП, являются: энергетика сигнала, зависящая от мощности передатчика, и энергетика помехи, зависящая от расположения источника помехи и мощности ее передатчика. Тогда n и m в выражении (6) равны единице.

КВР в формуле (7) будет определяться выражением [8]

$$g = \frac{h_n^2}{h^2} \left[\frac{\sin(0,5 \Omega T)}{0,5 \Omega T} \right]^2 = \frac{h_n^2}{h^2} g_0^2, \quad (8)$$

где Ω — расстройка частоты несущих сигнала и помехи.

Тогда k в выражении (7) также будет равно единице, т. е. единственным варьируемым параметром будет Ω .

Рассмотрим функциональную устойчивость такой характеристики как дальность действия ККС. Максимальная дальность действия ККС $R_{\max}$ в азимутальном направлении определяется соотношением

$$R_{\max} = \arg \{ p_{\text{ош}}(h^2, h_n^2, g_0^2) = p_{\text{рег}} \}, \quad (9)$$

где $p_{\text{рег}}$ — требуемая вероятность ошибки поэлементного приема сообщения.

Для случая «незамирающий сигнал — замирающая по релеевскому закону помеха» зависимость $R_{\max}$ от $p_{\text{рег}}$ при некогерентном приеме ФМ сигналов может быть получена в явном виде.

Энергетика сигнала или взаимной помехи определяется выражением

$$h^2 = \frac{PT}{v^2}, \quad (10)$$

где P — мощность сигнала или взаимной помехи на входе приемника, Вт; T — длительность посылки элемента сигнала, с; v^2 — спектральная плотность флуктуационного шума, Вт/с.

Мощность в точке приема определяется выражением

$$P = \frac{E^2 l_d^2}{\rho}, \quad (11)$$

где E — напряженность поля в точке приема, В/м; l_d — действующая высота антенны, м; ρ — выходное сопротивление, Ом.

Напряженность поля определяется формулой [9]

$$|E(R)| = -\frac{0,3\sqrt{P_{\text{пер}}}}{R} w(R) \text{ [В/м]}, \quad (12)$$

где $P_{\text{пер}}$ — мощность передатчика, кВт; $w(R)$ — функция ослабления подстилающей поверхности; R — расстояние от источника сигнала или помехи до точки приема, км.

Среди индустриальных помех наибольшее воздействие на радиоканалы ККС средневолнового диапазона частот оказывают импульсные помехи от коронного разряда линий электропередач (ЛЭП) и помехи от контактной сети электротранспорта. В полосе частот, выделенных ЛДПС, спектральная плотность этих помех практически постоянна, и их можно рассматривать как белый гауссовский шум. Тогда для энергетики сигнала получим

$$h^2(r) = \frac{PT}{v_n^2(r) + v^2}, \quad (13)$$

где r — расстояние от источника индустриальной помехи, м; $v_n^2(r)$ — спектральная плотность мощности индустриальной помехи.

Тогда, с учетом выражений (10) – (13), формула (1) примет вид

$$p_{\text{рег}} = 0,5 \exp \left[-B \frac{P_{\text{пер}}}{R_{\text{max}}^2 [v^2 + v_n^2(r)]} w(R)^2 \frac{1}{(2 + h_n^2 g_0^2)} \right], \quad (14)$$

где $B = \frac{0,09 l_d T}{\rho}$.

Так как для большинства влажных почв функция ослабления $w(R)$ на расстояниях порядка 100 – 200 км близка к единице [10], то при анализе функциональной устойчивости ее изменением можно пренебречь. Тогда выражение (14) окончательно примет вид

$$p_{\text{рег}} = 0,5 \exp \left[-B \frac{P_{\text{пер}}}{R_{\text{max}}^2 [v^2 + v_n^2(r)]} \frac{1}{(2 + h_n^2 g_0^2)} \right]. \quad (15)$$

Теперь зависимость R_{max} от $p_{\text{рег}}$ может быть выражена в явном виде

$$R_{\text{max(км)}} = \left[\frac{BP_{\text{пер}}}{\ln(2p_{\text{рег}}) [v^2 + v_n^2(r)]} \frac{1}{(2 + h_n^2 g_0^2)} \right]^{1/2}. \quad (16)$$

В этом случае вариационно-параметрическая устойчивость R_{max} будет зависеть от вариации параметров $P_{\text{пер}}$, $v_n^2(r)$ и h_n^2 , а вариационно-функциональная — от вариации g_0^2 . Количественно функциональная устойчивость будет определяться коэффициентами относительной чувствительности следующего вида:

$$s_{P_{\text{пер}}} = \frac{\partial R_{\text{max}}}{\partial P_{\text{пер}}} \frac{P_{\text{пер}}}{R_{\text{max(км)}}} = 0,5 \frac{C_0}{R_{\text{max(км)}}} [v^2 + v_n^2(r)]^{-1/2} (2 + h_n^2 g_0^2)^{-1/2}; \quad (17)$$

$$s_{h_n} = \frac{\partial R_{\text{max}}}{\partial h_n^2} \frac{h_n^2}{R_{\text{max(км)}}} = -0,5 \frac{C_0 h_n^2 g_0^2}{R_{\text{max(км)}}} (v^2 + v_n^2(r))^{-1/2} (2 + h_n^2 g_0^2)^{-3/2}; \quad (18)$$

$$s_v = \frac{\partial R_{\text{max}}}{\partial v_n^2(r)} \frac{v_n^2(r)}{R_{\text{max(км)}}} = -0,5 \frac{C_0 v_n^2(r)}{R_{\text{max(км)}}} (v^2 + v_n^2(r))^{-3/2} (2 + h_n^2 g_0^2)^{-1/2}; \quad (19)$$

$$s_g = \frac{\partial R_{\text{max}}}{\partial g_0^2} \frac{g_0^2}{R_{\text{max(км)}}} = -0,5 \frac{C_0 h_n^2 g_0^2}{R_{\text{max(км)}}} (v^2 + v_n^2(r))^{-1/2} (2 + h_n^2 g_0^2)^{-3/2}. \quad (20)$$

Здесь

$$C_0 = \left| \frac{BP_{\text{пер}}}{\ln(2p_{\text{рег}})} \right|^{1/2}. \quad (21)$$

Проанализируем вариационно-параметрическую устойчивость радиоканалов ККС в зоне ответственности ФБУ «Администрация Волжского бассейна» путем исследования чувствительности размера зоны действия ККС к вариациям параметров взаимной и промышленной помехи на примере ККС «Самара». В качестве источника взаимных помех будем рассматривать ККС «Саратов».

Мощности всех передатчиков составляют 400 Вт и варьированию не подлежат. Требуемая вероятность ошибки поэлементного приема сообщения $p_{\text{рег}}$ составляет 10^{-4} ; длительность посылки сигнала $T = 0,01$ с; спектральная плотность белого шума $v^2 = 10^{-10}$ Вт·с [11].

Подставляя выражения (16) и (21) в формулу (18), получим

$$S_{h_n} = \frac{\partial R_{\text{max}}}{\partial h_n} \frac{h_n}{R_{\text{max(км)}}} = -0,5 \frac{h_n g_0^2}{2 + h_n g_0^2}. \quad (22)$$

Этим же выражением будет описываться и коэффициент S_g . Аналогично, из выражения (19) имеем

$$S_v = -0,5 \frac{v_n^2}{v^2 + v_n^2}. \quad (23)$$

Таким образом, коэффициент относительной чувствительности S_{h_n} исследуется путем варьирования энергетики взаимной помехи при различных фиксированных значениях нормированного КВР, а коэффициент S_g — путем варьирования нормированного КВР при различных фиксированных значениях энергетики помехи. Коэффициент S_v исследуется при варьировании спектральной плотности мощности промышленной помехи.

На рис. 1 представлена зависимость коэффициента относительной чувствительности S_{h_n} от вариации энергетики взаимной помехи для различных значений нормированного КВР сигнала и взаимной помехи, а на рис. 2 — зависимость коэффициента относительной чувствительности S_g от вариации нормированного КВР в пределах заданного диапазона несущих частот радиомаячной службы для различных значений энергетики взаимной помехи, построенные согласно выражению (22).

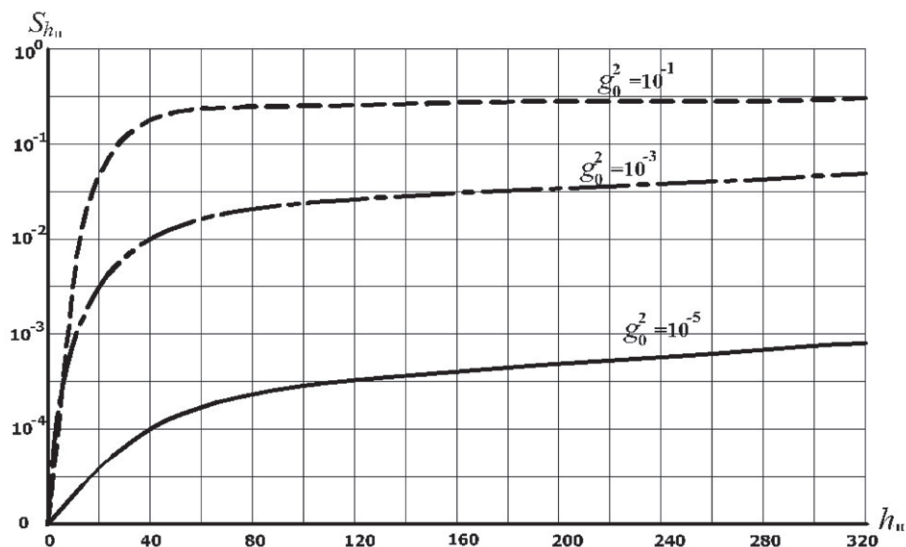


Рис. 1. Зависимость относительной чувствительности размера зоны действия ККС от энергетики взаимной помехи

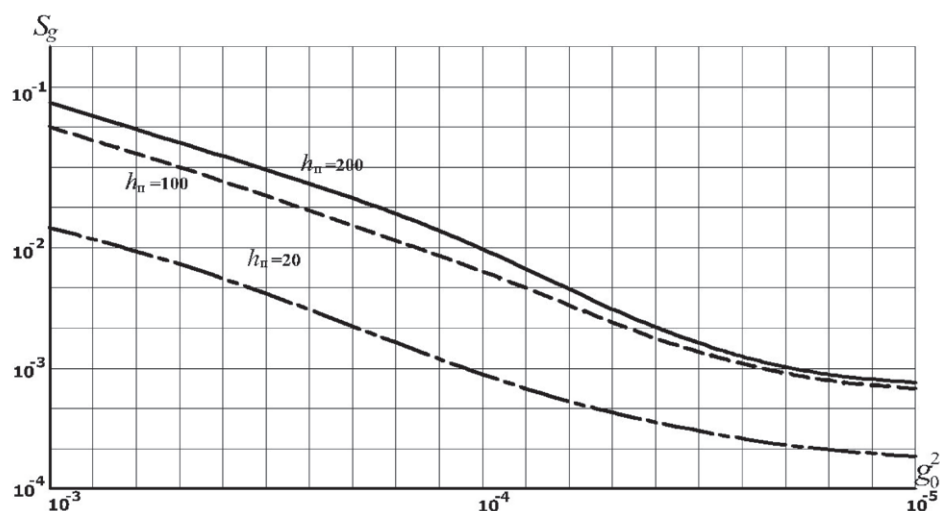


Рис. 2. Зависимость относительной чувствительности размера зоны действия ККС от нормированного КВР сигнала и помехи

На рис. 3 представлена зависимость коэффициента относительной чувствительности S_v от вариации спектральной плотности мощности индустриальной помехи, построенная согласно выражению (23).

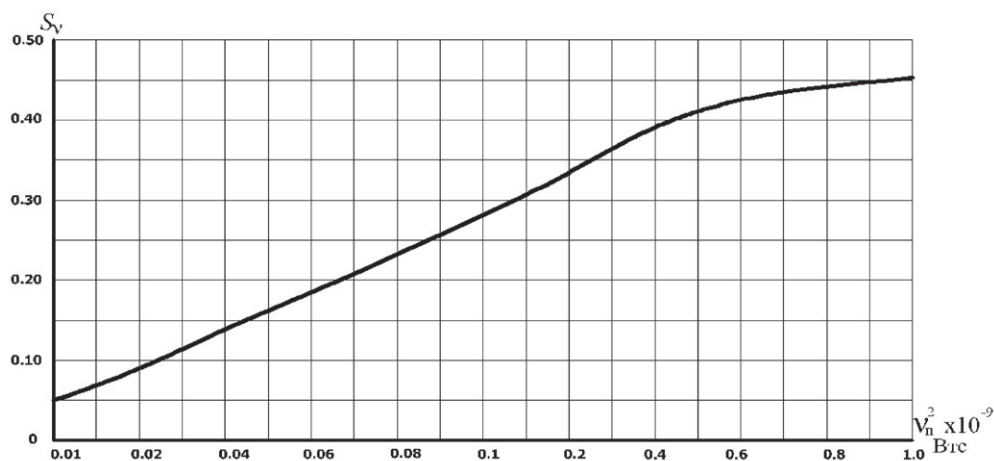


Рис. 3. Зависимость относительной чувствительности размера зоны действия ККС от спектральной плотности мощности индустриальной помехи

Из выражений (22) и (23) следует, что функции S_{h_n} и S_v имеют экстремум, равный 1/2. Так как нормированный КВР может изменяться только в пределах 0 – 1, функция S_g при различных фиксированных значениях h_n^2 экстремума не имеет.

Вариации частотно-временной структуры сигнала и взаимной помехи при изменении разнеса несущих частот рассматриваются в широком диапазоне: от минимально возможного шага нарезки частот в 500 Гц, что соответствует значению нормированного КВР 10^{-3} , до 6000 Гц — реально выбранный разнос несущих частот между ККС «Самара» и ККС «Саратов» ($g_0^2 = 10^{-5}$).

Анализ полученных результатов позволяет сделать следующие выводы:

- чувствительность размера зоны действия ККС к вариациям уровня энергетики взаимной помехи при значениях $h_n^2 > 40$ невелика. В то же время она сильно зависит от величины нормированного КВР сигнала и помехи;

– чувствительность к вариациям спектральной плотности мощности индустриальной помехи значительно выше, чем чувствительность к вариациям энергетики взаимной помехи при условии рационального выбора несущих частот соседних ККС;

– при рациональном распределении частотного ресурса между различными ККС ЛДПС одного региона, что всегда возможно осуществить в силу незначительного числа станций (6 – 7), обеспечивающих сплошное поле ДП в пределах региона, вариации нормированного КВР сигнала и взаимной помехи практически не оказывают влияния на размер зоны действия ККС;

– чувствительность параметров ККС к вариациям спектральной плотности мощности индустриальной помехи велика, но в силу локальности индустриальные помехи не могут оказывать влияние на размер зоны действия ККС, а могут лишь создавать локальные разрывы сплошного поля ДП.

Список литературы

1. Сикарев И. А. Помехоустойчивость и функциональная устойчивость автоматизированных идентификационных систем мониторинга и управления на речном транспорте: монография / И. А. Сикарев. — СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2010. — 142 с.
2. Каретников В. В. К вопросу обеспечения электромагнитной защищенности каналов передачи информации речной дифференциальной подсистемы ГЛОНАСС/GPS / В. В. Каретников, И. Г. Кузнецов, С. Ф. Шахнов // Морская радиоэлектроника. — 2014. — Вып. № 1 (47). — С. 53–55.
3. Проведение в соответствии с международными соглашениями и требованиями комплексных исследований использования системы ГЛОНАСС, других глобальных навигационных спутниковых систем и их функциональных дополнений в составе автоматической идентификационной системы и системы управления движением судов для обеспечения мониторинга морских и речных судов, а также для взаимного контроля судов и их безопасного расхождения: отчет о НИР (окончательный) / А. А. Сикарев, И. А. Сикарев, С. Ф. Шахнов [и др.]. — СПб.: ООО Инфоком, 2014. — 272 с.
4. Каретников В. В. Топология дифференциальных полей и дальность действия контрольно-корректирующих станций высокоточного местоопределения на внутренних водных путях / В. В. Каретников, А. А. Сикарев. — 2-е изд. — СПб.: ГУМРФ, 2013. — 525 с.
5. Шахнов С. Ф. К расчету помехозащищенности радиоканалов речной ЛДПС при использовании детерминированных сигналов и взаимных помех / С. Ф. Шахнов // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2014. — № 6 (28). — С. 24–30.
6. Шахнов С. Ф. Расчет помехозащищенности радиоканалов речной локальной дифференциальной подсистемы автоматизированной системы движением судов в бассейне Оби / С. Ф. Шахнов // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. — 2014. — № 4. — С. 122–124.
7. Городецкий Ю. И. Функции чувствительности и динамика сложных механических систем: учеб. пособие / Ю. И. Городецкий. — Н. Новгород: ННГУ, 2006. — 236 с.
8. Шахнов С. Ф. Расчет функции ослабления поля контрольно-корректирующих станций с учетом влияния подстилающей поверхности / С. Ф. Шахнов // Вестник Государственного университета морского и речного транспорта имени адмирала С. О. Макарова. — 2015. — Вып. 1 (29). — С. 116–123.
9. Каретников В. В. Расчет помехозащищенности радиоканалов речной локальной дифференциальной подсистемы автоматизированных систем управления движением судов (на примере ФБУ «Администрация Волжского бассейна») / В. В. Каретников, И. А. Сикарев, С. Ф. Шахнов // Речной транспорт (XXI век). — 2014. — № 6. — С. 54–57.
10. Сикарев А. А. К расчету напряженности поля в радиоканалах речной локальной дифференциальной подсистемы ГЛОНАСС/GPS средневолнового диапазона / А. А. Сикарев, С. Ф. Шахнов // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2014. — Вып. № 3 (25). — С. 27–32.
11. Доровских А. В. Сети связи с подвижными объектами: монография / А. В. Доровских, А. А. Сикарев. — Киев: Техника, 1989. — 155 с.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Авдеев Борис Александрович

Аспирант

Научный руководитель: Голиков Сергей Павлович,
кандидат технических наук, доцент
ФГБОУ ВО «Керченский государственный
морской технологический университет»
dirigeant@mail.ru

Андреева Марина Юрьевна

Кандидат экономических наук, доцент
НОУ «МФПУ «Синергия»
marinand@yandex.ru

Андрюшечкин Юрий Николаевич

Кандидат технических наук, доцент
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала
С. О. Макарова»
kaf_tss@gumrf.ru

Барышников Сергей Олегович

Доктор технических наук, профессор
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала
С. О. Макарова»
rector@gumrf.ru

Бухарметов Максим Радикович

Аспирант

Научный руководитель: Нырков
Анатолий Павлович, доктор технических наук
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала
С. О. Макарова»
evrolittle@yandex.ru

Васильев Кирилл Алесандрович

Аспирант

Научный руководитель: Дацюк
Тамара Александровна, доктор технических наук,
профессор
ФГБОУ ВПО «СПбГАСУ»
kirttrill@mail.ru

Галин Александр Валентинович

Кандидат технических наук, профессор
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала
С. О. Макарова»
alvgal@mail.ru

Гарибин Павел Андреевич

Доктор технических наук, профессор
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала С. О.
Макарова»
garibin@mail.ru

Глеклер Елена Алексеевна

Соискатель

Научный руководитель: Григорьев Андрей
Владимирович, кандидат технических наук, доцент
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала
С. О. Макарова»
info@eds-marine.ru, glekler@eds-marine.ru

Горохов Михаил Сергеевич

Аспирант

Научный руководитель: Роннов Евгений Павлович,
доктор технических наук, профессор
ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
mahailo@mail.ru

Григорьев Андрей Владимирович

Кандидат технических наук, доцент,
генеральный директор
ООО «МИП «Электродвижение судов»
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала
С. О. Макарова»
info@eds-marine.ru

Гуща Иван Андреевич

Преподаватель
Военный институт
(военно-морской политехнический)
ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия»
bugel619.gusha@yandex.ru

Дорожко Вениамин Мефодьевич

Кандидат физико-математических наук,
старший научный сотрудник
ФГБУН «Институт автоматики и процессов
управления» Дальневосточного отделения
Российской академии наук (ИАПУ ДВО РАН)
bendor@iacp.dvo.ru

Дыда Александр Александрович

Доктор технических наук, профессор
МГУ им. адм. Г. И. Невельского
daoskin@mail.ru

Ермаков Сергей Владимирович

Старший преподаватель
Балтийская государственная академия
рыбного промыслового флота ФГБОУ ВПО
«Калининградский государственный технический
университет»
esv.klgd@mail.ru

Исмаилов Замиг Омар

Аспирант, директор
Kaspian Marin Servisez Limitid, Баку, Азербайджан
Научный руководитель: Нагиев Фаик Бахман,
доктор физико-математических наук, профессор
nagiyevfaik@gmail.com
Азербайджанская государственная морская
академия (АГМА)
z.ismayilov@caspmarine.com

Ивановская Александра Витальевна

Кандидат технических наук, доцент
ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской
технологический университет»
invkerch@yandex.ru

Каляуш Александр

Старший преподаватель
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала
С. О. Макарова»
a-kaliaush@yandex.ru

Каретников Владимир Владимирович

Доктор технических наук, профессор
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала
С. О. Макарова»
kaf_tss@gumrf.ru

Коптев Александр Владимирович

Кандидат физико-математических наук, доцент
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала
С. О. Макарова»
Alex.Koptev@mail.ru

Кочнева Ирина Борисовна

Кандидат технических наук, доцент
ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
iringre@mail.ru

Крайнова Вера Владимировна

Кандидат экономических наук, доцент
ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
kvv-nnov@mail.ru

Кузнецов Александр Львович

Доктор технических наук, профессор
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала
С. О. Макарова»
thunder1950@yandex.ru

Купальцева Евгения Владимировна

Аспирант, инженер- конструктор I кат
ООО ГЦКБ Речфлота
Научный руководитель: Роннов Евгений Павлович,
доктор технических наук, профессор
ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
kupaltseva@gckb.ru

Лаврентьева Елена Александровна

Доктор экономических наук, профессор
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала
С. О. Макарова»
e_lavrentieva@mail.ru

Маринич Александр Николаевич

Кандидат технических наук, профессор
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала
С. О. Макарова»
amarinich@mail.ru

Масюткин Евгений Петрович

Кандидат технических наук, профессор, ректор
ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской
технологический университет»
kgmtu@kgmtu.ru

Махин Владимир Петрович

Кандидат технических наук, доцент
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала
С. О. Макарова»
vmahin@mail.ru

Нагиев Фаик Бахман

Доктор физико-математических наук, профессор
Азербайджанская государственная морская
академия (АГМА)
nagiyevfaik@gmail.com

Наумов Виктор Степанович

Доктор технических наук, профессор
ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
naumov1@vgavt-nn.ru

Наумова Алла Константиновна

Зав. сектором учебного отдела
ФГАОУ ВО «СПбПУ»
alya_naumova@mail.ru

Осокина Елена Борисовна

Старший преподаватель
МГУ им. адм. Г. И. Невельского
Olena61@yandex.ru

Оськин Дмитрий Александрович

Кандидат технических наук, доцент
МГУ им. адм. Г. И. Невельского
daoskin@mail.ru

Плотникова Антонина Игоревна

Аспирант
Научный руководитель: Лаврентьева
Елена Александровна, доктор экономических наук,
профессор
e_lavrentieva@mail.ru
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала
С. О. Макарова»
antonina-20@mail.ru

Попов Борис Николаевич

Кандидат технических наук, доцент
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала
С. О. Макарова»
boris.n.popov@gmail.com

Потехина Екатерина Вадимовна

Доцент
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала
С. О. Макарова»
kaf_tm@gumrf.ru

Припотнюк Андрей Владимирович

Заведующий лабораторией
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала
С. О. Макарова»
aripotnyuk@mtc.spb.su

Просвирнин Виктор Иванович

Доктор технических наук,
профессор
ФГБОУ ВО «Керченский государственный
морской технологический университет»
vip-3434@mail.ru

Пухальский Владимир Аркадьевич

Аспирант, технический директор
ОАО «Морской порт Санкт-Петербург»
Научный руководитель: Королева
Елена Арсентьевна, доктор экономических наук,
профессор
kea_56@mail.ru
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала
С. О. Макарова»
v.puhalsky@seaport.spb.ru

Решняк Валерий Иванович

Доктор технических наук, профессор
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала
С. О. Макарова»
rv53@mail.ru

Родимов Николай Владимирович

Аспирант
Научный руководитель: Сивоконь
Владимир Павлович, доктор технических наук,
профессор
ФГБОУ ВПО «КамчатГТУ»
NRLoki514@gmail.com

Роннов Евгений Павлович

Доктор технических наук, профессор
ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
ptps@vgavt-nn.ru

Селиверстов Святослав Александрович

Научный сотрудник
ФГБУН «Институт проблем транспорта
им. Н.С. Соломенко Российской академии наук»
amuanator@rambler.ru

Селиверстов Ярослав Александрович

Научный сотрудник
ФГБУН «Институт проблем транспорта
им. Н.С. Соломенко Российской академии наук»
amuanator@rambler.ru

Страшко Анатолий Николаевич

Кандидат технических наук, доцент
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала
С. О. Макарова»
anstrashko@yandex.ru

Субботин Михаил Викторович

Аспирант, главный инженер проекта
ООО «Морское строительство и технологии»
Научный руководитель: Гарибин
Павел Андреевич, доктор технических наук,
профессор
garibin@mail.ru
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала
С. О. Макарова»
subbotinmikhail@yandex.ru

Сухотерин Михаил Васильевич

Доктор технических наук, профессор
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала
С. О. Макарова»
Kaf_tm@gumrf.ru

Теплов Эрнст Петрович

Доктор политических наук, профессор
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала
С. О. Макарова»
kaf.koib@gmail.com

Труднев Сергей Юрьевич

Старший преподаватель
ФГБОУ ВПО «КамчатГТУ»
trudnev@mail.ru

Устинов Юрий Матвеевич

Доктор технических наук, профессор
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала
С. О. Макарова»
amarinich@mail.ru

Федорина Елена Сергеевна

Аспирант
Научный руководитель: Попов
Борис Николаевич, кандидат технических наук,
профессор
boris.n.popov@gmail.com
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала
С. О. Макарова»
esfedorina@gmail.com

Шабанов Вячеслав Анатольевич

Старший преподаватель
ФГБОУ ВПО «Национальный
минерально-сырьевой университет «Горный»
knez_rus@mail.ru

Шахнов Сергей Федорович

Кандидат технических наук, доцент
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала
С. О. Макарова»
sfshah@yandex.ru

Яснов Андрей Павлович

Аспирант
Научный руководитель: Каретников
Владимир Владимирович,
доктор технических наук, профессор
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала
С. О. Макарова»
yasnovandrey@gmail.com

Научное периодическое издание

Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова

Выпуск 2 (30)

2015 год

Выпускающие редакторы
Н. А. Карамзина, Т. В. Середова
Дизайн и верстка *М. Н. Евсюткина*
Технический редактор *Е. И. Тюленева*

Подписано в печать с оригинал-макета 24.04.15. Формат 60х90/8
Гарнитура Times New Roman. Усл. печ. л. 29,5. Тираж 500 экз. Заказ № 258/2015

Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова
198035, Санкт-Петербург, ул. Двинская, 5/7