

DOI: 10.21821/2309-5180-2018-10-3-477-485

FEATURES OF IMPLEMENTATION CATEGORY ZONES OF CONFIDENCE ATTRIBUTE IN THE VOYAGE PLAN DEVELOPMENT

V. V. Karetnikov¹, G. B. Chistyakov², L. A. Kravchenko³

¹ — Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping,
St. Petersburg, Russian Federation

² — Volgo-Balt Federal Basin Administration, St. Petersburg, Russian Federation

³ — INOK TM Ltd., St. Petersburg, Russian Federation

The article related to the topical subject of calculation of under keel clearance during voyage plan development basing on depths in electronic navigational charts for which production method and accuracy is not available for navigators. This subject is examined for the first time and searches were unsuccessful through the SCOPUS and Web of science databases. The coders use specific quality criteria of survey at the time of encoding of the depths in the navigational charts. This criteria are displayed on navigational chart as attribute Category Zones of Confidence, which highlight the degree of trust to bathymetry. Nowadays at the moment of dynamic transition period from paper charts to electronic cartography is very important to correct safety management systems of shipping companies, include under keel clearance policy according to bathymetric data that display on navigational chart because this stage is one of the key point of route planning. The value of under keel clearance has affected on calculation of safety contour which is one of the main safety parameter in electronic cartography. The article discusses the attribute Category zones of confidence, max errors of survey in each zone of confidence were assessed, formulae of dynamic calculation of under keel clearance were obtained taking into consideration potential errors bathymetry data in each zone of confidence, relations of max potential errors of survey and draughts were considered graphically. In the article were proposed formulae of calculations under keel clearance which completely exclude potential errors of surveys in all zones of confidence according to current electronic cartography standards.

Keywords: under keel clearance, category zones of confidence, electronic cartography.

For citation:

Karetnikov, Vladimir V., Gleb B. Chistyakov, and Leonid A. Kravchenko. "Features of implementation category zones of confidence attribute in the voyage plan development." *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova* 10.3 (2018): 477–485. DOI: 10.21821/2309-5180-2018-10-3-477-485.

УДК 656.61.052

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПАРАМЕТРА КАТЕГОРИИ ЗОН ДОВЕРИЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПЛАНА ПЕРЕХОДА СУДНА

В. В. Каретников¹, Г. Б. Чистяков², Л. А. Кравченко³

¹ — ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала С. О. Макарова»,
Санкт-Петербург, Российская Федерация

² — ФБУ Администрация «Волго-Балт», Санкт-Петербург, Российская Федерация

³ — ООО «ИНОК ТМ», Санкт-Петербург, Российская Федерация

Статья посвящена актуальной теме расчета запаса воды под килем при разработке плана перехода судна на основе глубин, нанесенных на электронную навигационную карту, способ получения и достоверность которых судоводителю неизвестны. Данная тема рассматривается впервые — поиск по базам данных SCOPUS и Web of Science не выдал результатов аналогичных исследований. При кодировке глубин на электронной навигационной карте используются определенными критериями оценки качества промеров. Эти критерии отображают на электронной навигационной карте в виде атрибута категории «зон доверия», который отражает степень доверия к батиметрическим данным. В настоящее время в момент

динамического переходного периода от бумажной навигации к электронной картографии особенно важно скорректировать системы управления безопасностью судоходных компаний, и в частности политику запаса воды под килем с учетом батиметрических данных, отображаемых на навигационной карте, так как этот момент является одним из ключевых на стадии предварительной прокладки. Значение запаса воды под килем влияет на расчет контура безопасности — одного из основных параметров безопасности в электронной картографии. В статье рассмотрен атрибут категорий «зон доверия», оценены максимально возможные ошибки на каждой из них, выведены формулы динамического расчета запаса воды под килем с учетом возможных ошибок батиметрических данных в каждой категории «зон доверия», графически рассмотрены зависимости максимально возможной ошибки промера на каждой «зоне доверия» от осадки. Предложенные в статье формулы расчета запаса воды под килем полностью перекрывают возможные ошибки промеров во всех «зонах доверия» в соответствии с существующими на данный момент стандартами по электронной картографии.

Ключевые слова: запас воды под килем, категории «зон доверия», электронная картография.

Для цитирования:

Каретников В. В. Особенности применения параметра категории зон доверия при разработке плана перехода судна / В. В. Каретников, Г. Б. Чистяков, Л. А. Кравченко // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2018. — Т. 10. — № 3. — С. 477–485. DOI: 10.21821/2309-5180-2018-10-3-477-485.

Введение (Introduction)

В настоящее время одним из основных навигационных средств, применяемых на борту морских судов, является ЭКНИС (электронная картографическая навигационно-информационная система). В соответствии с Конвенцией SOLAS использование данной системы на судах, подпадающих под ее действие, является обязательным и период времени, выделенный для обязательного оснащения, подходит к своему завершению. Таким образом, уже в ближайшее время подавляющее большинство конвенционных судов будет оснащено ЭКНИС. Все чаще ими оснащаются и суда, осуществляющие судоходство по внутренним водным путям Российской Федерации.

В случае, если ЭКНИС используется как основное средство навигации, то его использование имеет принципиальное значение при выполнении следующих действий и процедур, среди которых принципы несения вахты, ведение предварительной и исполнительной прокладок, заказ карт на переход, а также содержание судовой коллекции карт. Британское адмиралтейство в 2014 г. выпустило публикацию NP 232 1st edition, в которой содержатся рекомендации по внедрению ЭКНИС, процедурам работы с системой и процедурам по корректировке СУБ компаний при использовании ЭКНИС, так как внедрение данной системы является глобальным изменением принципов судоходства.

Необходимо отметить, что ЭКНИС, обладая мощным функционалом и предоставляя пользователю обширный инструментарий, требует от него определенной квалификации и знаний для ее полноценного и безопасного использования.

Методы и материалы (Methods and Materials)

Одной из важных функций является возможность использования ЭКНИС для разработки плана перехода судна. Судоводитель при этом прокладывает курс, ориентируясь на значения глубин, нанесенных на электронную навигационную карту (выдерживая политику компании в отношении запаса воды под килем), не всегда задумываясь о способе их получения и достоверности [1]. В то же время на официальных электронных навигационных картах (ЭНК) обязательным мета-объектом является «качество данных» (M_QUAL) [2]. Объекты класса M_QUAL должны закрывать (без взаимных наложений) всю область, покрытую данными. Конкретное значение качества данных отображает атрибут CATZOC, кодируемый для объектов класса M_QUAL (рис. 1). Рассмотрим данный атрибут подробнее.

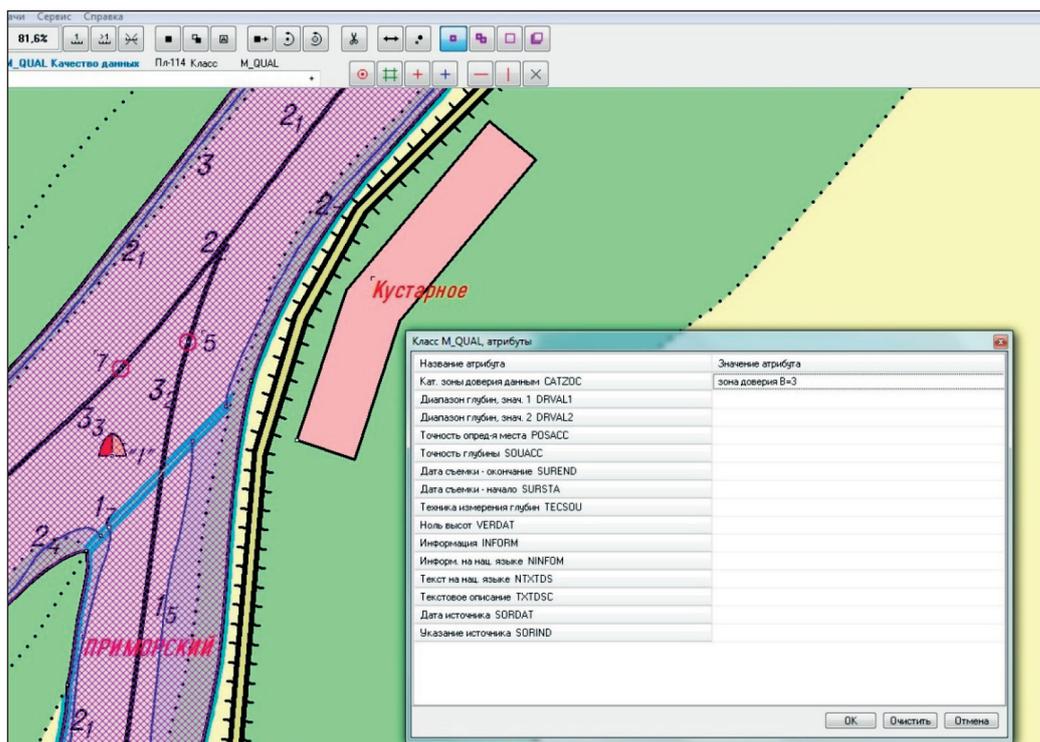


Рис. 1. Кодирование атрибута CATZOC с значением «3» для объекта класса M_QUAL

CATZOC (категория зоны доверия данным) — это атрибут, значения которого применяются для отображения точности исходных данных, используемых для создания ЭНК. Указанный атрибут кодируется для географических областей с тем, чтобы указать, соответствуют ли данные ЭНК минимальному набору критериев для следующих случаев:

- определение местоположения;
- определение точности глубины;
- оценка покрытия морского дна.

Значения атрибута, присваиваемые областям глубин, характеризуют качество выполнения гидрографических работ (точность измерения глубин и их местоположения), а также параметры используемого для этих целей оборудования [3]. С помощью атрибута CATZOC судоводитель также может оценить безопасный запас воды под килем и понимая точность получаемой информации, управлять уровнем риска во время навигации в определенном районе. Для лучшего понимания основ формирования зон доверия рассмотрим различные факторы, оказывающие влияние на выбор категории:

- *точность местоопределения* — определяет точность положения глубины или иного объекта в горизонтальной плоскости; дает судоводителю понимание, где был сделан промер;
- *точность глубины* — определяет точность измеренных глубин в вертикальной плоскости. Имеет важное значение при определении запаса воды под килем и, как следствие, снижает риск посадки на мель;
- *область покрытия дна* — позволяет представить масштаб области, которая использовалась для получения данных промера. В целом, чем больше область покрытия и выше частота получения данных, тем выше доверие к батиметрическим данным;
- *характеристики промера* — содержит специальную информацию, касающуюся конкретной категории зон доверия [4].

CATZOC — единственный атрибут, содержащий информацию о качестве данных, который, согласно Стандарту S-57, разрешено визуализировать. Для ЭНК внутренних водных путей

Российской Федерации, согласно РД 152-012-01 «Электронные навигационные карты внутренних водных путей. Общие технические требования» и стандарту S-57, требуется кодировать объект M_QUAL и его атрибут CATZOC [5]. На данный момент в ЭКНИС присутствует возможность включения / отключения функции CATZOC. При включении данной функции карты покрываются соответствующими символами CATZOC. Закодированные значения атрибута CATZOC отображаются на ЭНК, загруженной в ЭКНИС, областями небольших ромбов или треугольников, а количество звездочек внутри этих фигур обозначает непосредственное значение индикатора. Например, две звездочки символизируют самый низкий уровень качества данных «D», при котором было достигнуто неполное покрытие гидрографическими сведениями, а шесть звездочек, наоборот, показывают, что ЭНК составлена на основе исходных материалов высочайшего качества и гарантирует отображение всех важных для навигации объектов рельефа дна, что соответствует уровню «A1» (рис. 2).

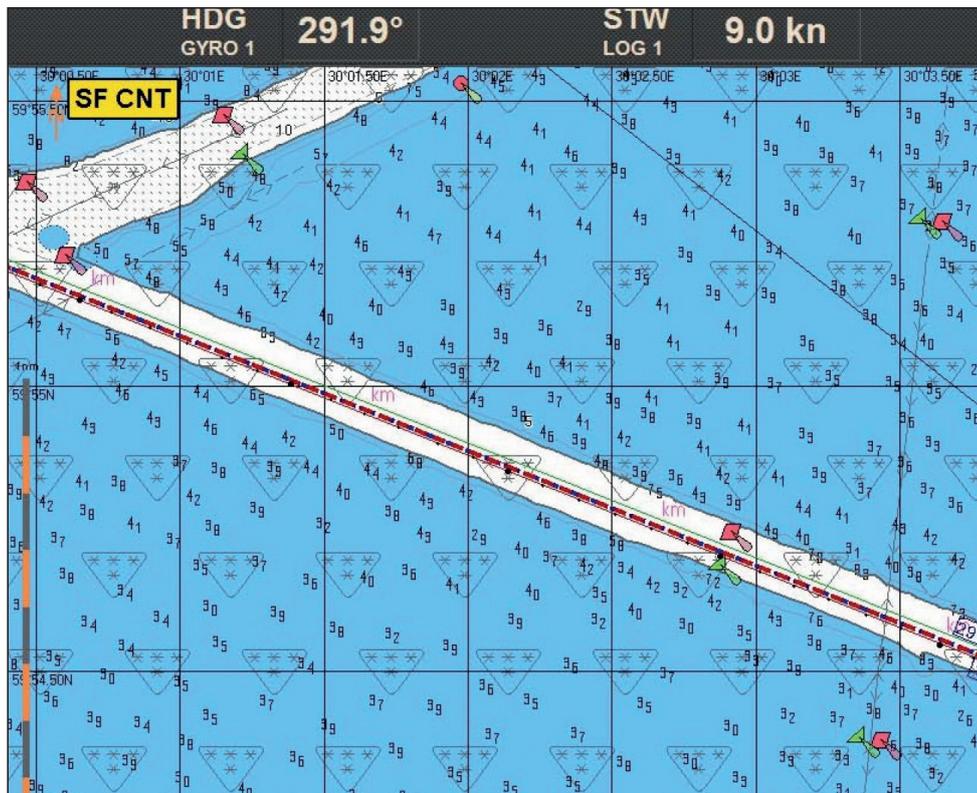


Рис. 2. Фрагмент ЭНК с качеством данных, соответствующим зоне доверия В (четыре звездочки)

Зоны, где значения атрибута CATZOC не были определены или закодированы, обозначены в ЭКНИС латинской буквой U (от англ. Unassessed — неоцененный), и во вкладке информации об ЭНК появляется запись «Качество данных («зона доверия» U «неоцененное»)» — рис. 3 [6].

Всего было определено шесть зон доверия: A1, A2, B, C, D, U. Британским адмиралтейством была выпущена таблица ZOC, в которой подробно отображена информация по зонам [7]:

Зоны доверия CATZOC

ZOC	Точность позиции	Точность глубины
A1	± 5 м +5 % глубины	= 0,50 + 1 % глубины
A2	± 20 м	= 1,00 + 2 % глубины
B	± 50 м	= 1,00 + 2 % глубины
C	± 500 м	= 2,00 + 5 % глубины
D	Хуже, чем C	Хуже, чем C
U	Качество батиметрических данных еще предстоит оценить	

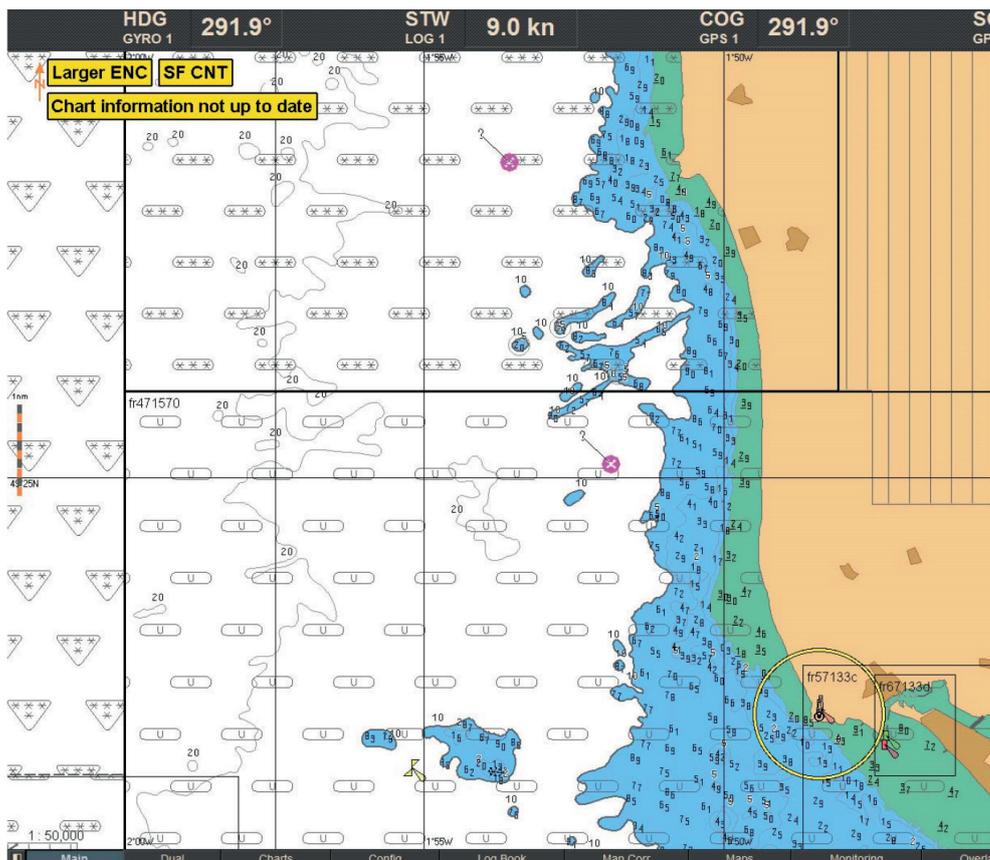


Рис. 3. Фрагмент ЭНК с качеством данных, соответствующим зоне доверия «неоцененное»

Однако данная функция в том виде, в котором существует сейчас, имеет следующие недостатки:

- отсутствие изолиний, соединяющих символы с одинаковым значением;
- отсутствие автоматической индикации районов.

Указанные недостатки затрудняют восприятие информации судоводителями.

Обсуждение (Discussion)

Необходимо отметить, что существующая схема негативно влияет не только на представление информации судоводителям. Так, например, у служб управления безопасностью (СУБ) некоторых компаний и вовсе отсутствуют какие-либо упоминания о параметре CATZOC и рекомендации по его применению. Хотя, в соответствии с рекомендациями NP 232 Guide to ECDIS Implementations, Policy and Procedures (Руководство по внедрению ЭКНИС, политике и процедурам) от UKHO (United Kingdom Hydrographic Office — гидрографический департамент Великобритании), компаниям следует откорректировать политику по запасу воды под килем в соответствии с зонами доверия [8]. Особенно это актуально на судах, использующих ЭКНИС как основное средство навигации и не использующих бумажные карты в качестве резервного средства навигации. На электронных картах информация по промерам может быть закодирована, но не визуализирована в отличие от бумажных карт, где указана схема использованных материалов [9]. Также параметр CATZOC реализован в ЭКНИС в виде дополнительной функции, которую необходимо активировать вручную, вследствие чего при ведении предварительной и исполнительной прокладок судоводители не всегда используют параметр CATZOC для оценки рисков мореплавания.

При наличии изолиний, соединяющих символы с одинаковым значением зон доверия, можно было бы добиться улучшенной визуализации картографической информации, как это сейчас

реализовано с изобатами глубин. Это, в свою очередь, позволило бы судоводителям планировать переход в соответствии с политикой УКС компании не только сверяясь с имеющимися на карте глубинами, но и делая точный анализ на основе информации по качеству промера глубин. При добавлении в функцию автоматической проверки маршрута (Check Route) параметра CATZOC можно было бы добиться частичного исключения человеческого фактора при ошибочном прокладывании маршрута по районам с низким качеством данных промера [10]. Автоматическая идентификация таких низких зон доверия на стадии проверки маршрута, без которой в соответствии с последними принятыми стандартами невозможно поставить маршрут на мониторинг, могла бы акцентировать внимание судоводителя на данные районы.

В связи с тем, что при прокладке маршрута необходимо учитывать запас воды под килем, важную роль имеет значение параметра CATZOC. Стандартные формулы, применяемые в СУБ компаний для проведения данных расчетов, в настоящее время выглядят следующим образом:

$$UKC = Ds, \quad (1)$$

где UKC — запас воды под килем; D — осадка; s — процент от максимальной статической осадки.

Выведем формулу расчета UKC (статического, без учета просадки судна, плотности воды, ветрового воздействия и других факторов, которые могут быть прописаны в СУБ компаний) в соответствии с ZOC («зоной доверия») при любом значении осадки.

Пусть y — процент от статической осадки;

D — осадка;

d — глубина;

x — максимальная возможная ошибка в данной ZOC .

Тогда $UKC = Dy$; $d = D + UKC$; $x = 0,5 + 1\% \cdot d$ (по формуле точности глубины каждого ZOC из таблицы).

Необходимо найти такой y , при котором запас воды под килем будет больше или равен максимально возможной ошибке в данной ZOC :

$$\begin{cases} UKC = Dy; \\ x = 0,5 + 0,01D; \end{cases} \quad (2)$$

$$\begin{cases} x = Dy; \\ Dy = 0,5 + 0,01(D + Dy); \end{cases}$$

$$Dy = 0,5 + 0,01(D + Dy);$$

$$Dy = 0,5 + 0,01D + 0,01Dy;$$

$$Dy - 0,01Dy = 0,5 + 0,01D;$$

$$0,99Dy = 0,5 + 0,01D;$$

$$\begin{cases} x = Dy; \\ y = \frac{0,5 + 0,01D}{0,99D}. \end{cases}$$

Отсюда следует, что при $y \geq \frac{(0,5 + 0,01D)}{0,99D}$ $UKC \geq x$.

Аналогичным образом выведем формулы для остальных ZOC . В итоге получим:

$$ZOC A1: y = (0,5 + 0,01D)/0,99D; \quad (3)$$

$$ZOC A2/B: y = (1 + 0,02D)/0,98D; \quad (4)$$

$$ZOC C: y = (2 + 0,05D)/0,95D. \quad (5)$$

Построим график зависимости максимально возможной ошибки ZOC от осадки (рис. 4).

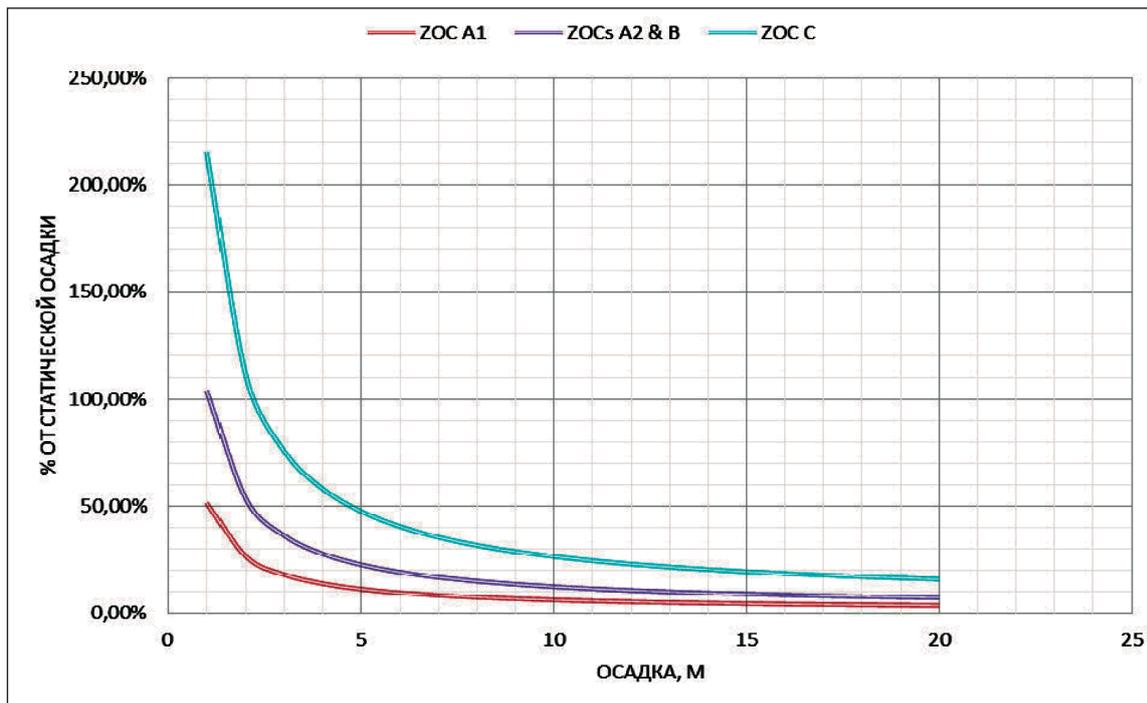


Рис. 4. График зависимости максимально возможной ошибки ZOC от осадки

Из графика видно, что до пятиметровых осадок зависимость максимально возможной ошибки от осадки меняется очень динамично, от осадок 5 м до 10 м характер зависимости не так явно выражен, но присутствует, а после осадок 10 м график бесконечно стремится к горизонтальной асимптоте.

Заключение (Conclusion)

Из ранее изложенного можно сделать вывод о том, что существующая политика по запасу воды под килем в большинстве компаний не учитывает качество батиметрических данных, а, значит, не может полностью оценить риски при планировании перехода судна. Безусловно, параметр SATZOC в том виде, в котором существует сейчас, имеет ряд существенных недостатков, но большинство судов уже используют ЭКНИС как основное средство навигации, а бумажные карты зачастую и вовсе отсутствуют на борту, вследствие чего необходимо учитывать качество батиметрических данных при корректировке политики компании по запасу воды под килем, а также на стадии предварительной прокладки [11].

Используя ранее приведенные формулы максимально возможных ошибок глубин в каждой категории «зон доверия», можно вывести формулы для динамического расчета запаса воды под килем (без учета плотности воды, ветрового воздействия, просадки судна и т. д.):

$$UKC = \frac{0,5 + 0,01D}{0,99} \text{ — для ZOC A1;}$$

$$UKC = \frac{1 + 0,02D}{0,98} \text{ — для ZOC A2 & B;}$$

$$UKC = \frac{2 + 0,05D}{0,95} \text{ — для ZOC C.}$$

Такие динамические расчеты зависимости UKC от осадки в конкретной зоне доверия особенно актуальны для судов с осадками до 10 м.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Wells D. Proposals on chart quality portrayal / D. Wells, K. Gunning, K. Barbor, L. Alexander, T. Butkiewicz, B. Calder, L. Mayer, C. Ware // 6th DQWG Meeting Silver Spring, USA (24–26 July 2012). — 2012. — DQWG6-08A.
2. Gladisch S. Proposals for Visualizing Uncertainty of Bathymetric Data in S-101 ENC's / S. Gladisch, T. Ruth. — Fraunhofer, IGD, 2016. — 14 p.
3. Harper S. The Development of New Data Quality Visualisation Methods in Electronic Chart Information Systems and Investigation into Associated User Response / S. Harper, D. Wells, K. Gunning // Hydro12 - Taking care of the sea. — 2012.
4. Category Zones of Confidence (CATZOC) — dispelling the myths [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.admiralty.co.uk/news/blogs/category-zones-of-confidence> (дата обращения: 01.05.2018).
5. Нырков А. П. Защита электронных навигационных карт / А. П. Нырков, Г. Б. Чистяков // Региональная информатика-2008: материалы XI Санкт-Петербургской межд. конф. — СПб.: 2008. — С. 191–192.
6. Зайцев А. И. Атрибут «Категория зоны доверия» для морских и речных бумажных и электронных карт / А. И. Зайцев, А. Е. Ратнер, А. Н. Пивоваров, В. И. Дорошенко // Речной транспорт (XXI век). — 2017. — № 4 (84). — С. 31–34.
7. Zones of Confidence (ZOC) Table [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.admiralty.co.uk/AdmiraltyDownloadMedia/Blog/CATZOC%20Table.pdf> (дата обращения: 01.05.2018).
8. UKHO, Nautical Publication 232. Admiralty Guide to ECDIS Implementation, Policy and Procedures. — 2nd edition. — 2016
9. Каретников В. В. Перспективы развития электронных навигационных карт внутренних водных путей Российской Федерации / В. В. Каретников, В. А. Бекряшев // Речной транспорт (XXI век). — 2014. — № 1 (66). — С. 30–33.
10. Гагарский Д. А. Электронные картографические системы / Д. А. Гагарский. — СПб.: ООО «Морсар», 2017. — 248 с.
11. Каретников В. В. Опыт применения современных инфокоммуникационных технологий для повышения точности речных электронных навигационных карт / В. В. Каретников, Д. Ф. Миляков, С. В. Рудых // Речной транспорт (XXI век). — 2015. — № 5 (76). — С. 35–37.

REFERENCES

1. Wells, David, Kandice Gunning, Ken Barbor, Lee Alexander, Tom Butkiewicz, Brian Calder, Larry Mayer, and Colin Ware. “Proposals on chart quality portrayal.” *6th DQWG Meeting Silver Spring, USA (24-26 July 2012)*. 2012. DQWG6-08A.
2. Gladisch, Stefan, and Thomas Ruth. *Proposals for Visualizing Uncertainty of Bathymetric Data in S-101 ENC's*. Fraunhofer, IGD, 2016.
3. Harper, Sam, David Wells, and Kandice Gunning. “The Development of New Data Quality Visualisation Methods in Electronic Chart Information Systems and Investigation into Associated User Response.” *Hydro12 - Taking care of the sea*. 2012.
4. Category Zones of Confidence (CATZOC) – dispelling the myths. Web. 1 May 2018 <<https://www.admiralty.co.uk/news/blogs/category-zones-of-confidence>>.
5. Nyrkov, A.P., and G.B. Chistyakov. “Zashchita elektronnykh navigatsionnykh kart.” *Regional'naya informatika-2008: materialy XI Sankt-Peterburgskoi Mezhdunarodnoi konferentsii*. SPb.: 2008. 191–192.
6. Zaitsev, A.I., A.E. Ratner, A.N. Pivovarov, and V.I. Doroshenko. “Atribut «Kategoriya zony doveriya» dlya morskikh i rechnykh bumaznykh i elektronnykh kart.” *Rechnoi transport (XXI vek)* 4(84) (2017): 31–34.
7. Zones of Confidence (ZOC) Table. Web. 1 May 2018 <<https://www.admiralty.co.uk/AdmiraltyDownloadMedia/Blog/CATZOC%20Table.pdf>>.
8. UKHO, *Nautical Publication 232. Admiralty Guide to ECDIS Implementation, Policy and Procedures*. 2nd edition. 2016.
9. Karetnikov, V.V., and V.A. Bekryashev. “Perspektivy razvitiya elektronnykh navigatsionnykh kart vnutrennikh vodnykh putei Rossiiskoi Federatsii.” *Rechnoi transport (XXI vek)* 1(66) (2014): 30–33.
10. Gagarskii, D.A. *Elektronnye kartograficheskie sistemy*. SPb.: ООО “Morsar”, 2017.

11. Karetnikov, V.V., D.F. Milyakov, and S.V. Rudykh. "Opyt primeneniya sovremennykh infokommunikatsionnykh tekhnologii dlya povysheniya tochnosti rechnykh elektronnykh navigatsionnykh kart." *Rechnoi Transport (XXI vek)* 5(76) (2015): 35–37.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Каретников Владимир Владимирович —
доктор технических наук, доцент
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала
С. О. Макарова»
198035, Российская Федерация, Санкт-Петербург,
ул. Двинская, 5/7
e-mail: spguwc-karetnikov@yandex.ru,
kaf_svvp@gumrf.ru
Чистяков Глеб Борисович —
Зам. начальника картографической службы
ФБУ «Администрация «Волго-Балт»
190121, Российская Федерация, Санкт-Петербург,
ул. А. Блока, д. 3, лит. Б
e-mail: chistyakov@volgo-balt.ru
Кравченко Леонид Андреевич —
Навигационный суперинтендант
ООО «ИНОК ТМ»
190068, Российская Федерация, Санкт-Петербург,
наб. реки Фонтанки, 161
e-mail: lakravchenko@inok-tm.com
lakravchenko93@gmail.com

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Karetnikov, Vladimir V. —
Dr. of Technical Sciences, associate professor
Admiral Makarov State University
of Maritime and Inland Shipping
5/7 Dvinskaya Str., St. Petersburg, 198035,
Russian Federation
e-mail: spguwc-karetnikov@yandex.ru,
kaf_svvp@gumrf.ru
Chistyakov, Gleb B. —
Deputy of head of cartographic department
Volgo-Balt Federal Basin Administration
3/B A. Bloka Str., St.Petersburg, 190121
Russian Federation
e-mail: chistyakov@volgo-balt.ru
Kravchenko, Leonid A. —
Navigation superintendent
INOK TM Ltd.
161 Fontanka river embankment,
St. Petersburg, 190068, Russian Federation
e-mail: lakravchenko@inok-tm.com
lakravchenko93@gmail.com

*Статья поступила в редакцию 15 мая 2018 г.
Received: May 15, 2018.*