

ЭКСПЛУАТАЦИЯ ВОДНОГО ТРАНСПОРТА, ВОДНЫЕ ПУТИ СООБЩЕНИЯ И ГИДРОГРАФИЯ

DOI: 10.21821/2309-5180-2024-16-5-663-678

PROBLEMS AND TASKS FOR THE DEVELOPMENT OF THE RUSSIAN STANDARDS AND REQUIREMENTS FOR ENGINEERING AND DESIGN HYDROGRAPHIC SURVEYING

Yu. G. Firsov

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

The current state and issues of standardization of hydrographic surveys performed for engineering purposes on inland water areas, coastal zone of the seas and continental shelf examined. There is a variety of existing regulatory documents based on outdated norms and rules of traditional analog hydrography issued more than forty years ago. There are a number of regulatory documents governing the survey of the bottom relief in order to ensure hydraulic construction, dredging, construction of structures on the continental shelf, as well as special surveys on the downstream of hydroelectric power plants that do not meet modern requirements. These documents have been updated several times in recent years, however, their content has not fundamentally changed and still remained inconsistent with modern technological capabilities of international hydrography. In the 90s of the 20th century, there was a technological breakthrough in the development of means and methods of hydrographic research, which was first reflected in the fourth edition of the S-44 Standards of the International Hydrographic Organization. The fourth edition of the S-44 Standards marked the beginning of a new era of modern digital and electronic hydrography, based on the concept of “survey orders,” due to the new capabilities of global navigation satellite systems, multibeam echo sounders and electronic hydrographic information systems. The new paradigms of digital hydrography, first introduced in the S-44 Standards, Edition 4 (1998), were developed in the 5th (2008) and 6th (2022) editions. The paper analyzed the main norms of the current regulatory documents of engineering hydrography adopted at the beginning of the 21st century: RD31.74.04–2002, SNiP 11–02–96, SP 11–104–97, SP 11–114–2004, as well as similar documents of the last decade: SP 317.1325800.2017, SP 47.13330.2016 and SP 504.1325800.2021. It is shown that all these documents are based on the conceptual provisions of analog hydrography contained in the Rules of the Hydrographic Service № 4, part 2, published by the Main Directorate of Navigation and Oceanography of the Ministry of Defense in 1984. Particular attention is paid to the criteria for assessing the survey quality (precision, accuracy and reliability) of the results of bottom topography. In particular, the assessment of the precision of the horizontal and vertical position in analog hydrography according to the Rules of the Hydrographic Service № 4, part 2, is carried out with a confidence probability of 63–68 %, while the S-44 Standards use a confidence probability of 95 %. As a result, the permissible uncertainty of the corrected depth according to the S-44 Standards is twice as high as according to the domestic rules of the hydrographic service and some current regulatory documents of engineering hydrography. It is noted that some of the current regulatory documents of engineering hydrography do not take into account the new capabilities of hydrographic hydroacoustic equipment, including multibeam echo sounders, bathymetric side scan sonars and low-frequency echo sounders for studying the bottom relief and the upper part of the bottom section for engineering and other scientific purposes. It is indicated that the new paradigm of the S-44 Standards (2022) is the introduction of the concepts of “bathymetric coverage,” “object detection” and “object search” which led to the possibility of implementing a new tool the “specification matrix” for design and formation of brief hydrographic survey characteristics, also appropriate for the engineering surveys. It is noted that the new Russian specifications for the performance of both traditional and engineering hydrographic surveys, based on the Standards of the S-44 International Hydrographic Organization, are absent, and their development, coordination and approval is urgently needed.

Keywords: design and engineering hydrographic surveying, IHO S-44 Standards, new paradigms of digital hydrography, bathymetric coverage, object detection, object search, specification matrix.

For citation:

Firsov, Yury G. “Problems and tasks for the development of the Russian standards and requirements for engineering and design hydrographic surveying.” *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova* 16.5 (2024): 663–678. DOI: 10.21821/2309-5180-2024-16-5-663-678.

ПРОБЛЕМЫ И ЗАДАЧИ СОЗДАНИЯ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ИНЖЕНЕРНОЙ ГИДРОГРАФИИ

Ю. Г. Фирсов,

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

Рассмотрены современное состояние и вопросы стандартизации гидрографической съемки, выполняемой в инженерных целях на внутренних водных путях, в прибрежной зоне морей и континентальном шельфе. Отмечается многообразие существующих нормативных документов, основанных на устаревших нормах и правилах традиционной аналоговой гидрографии сорокалетней давности. Обращается внимание на наличие ряда нормативных документов, регламентирующих выполнение съемки рельефа дна в целях обеспечения гидротехнического строительства, осуществления дноуглубительных работ, строительства сооружений на континентальном шельфе, а также специальные съемки на нижних бьефах гидроэлектростанций, не соответствующих современным требованиям. Данные документы за последние годы неоднократно актуализировались, однако содержание некоторых из них принципиально не менялось и по-прежнему оставалось не соответствующим современным технологическим возможностям международной гидрографии. Новые парадигмы цифровой гидрографии, впервые внесенные в Стандарты S-44 (4-я редакция (1998 г.)) получили свое развитие в 5-й (2008 г.) и 6-й (2022 г.) редакциях. В работе проанализированы основные нормы действующих нормативных документов инженерной гидрографии, принятых в начале XXI в.: РДЗ1.74.04–2002, СНиП 11–02–96, СП 11–104–97, СП 11–114–2004, а также документы последнего десятилетия: СП 317.1325800.2017, СП 47.13330.2016 и СП 504.1325800.2021. Показано, что все эти документы базируются на концептуальных положениях аналоговой гидрографии, содержащихся в Правилах Гидрографической службы № 4 (ч. 2), изданных в 1984 г. Главным Управлением навигации и океанографии Министерства обороны. Особое внимание обращается на критерии оценки качества (точности, правильности и надежности) результатов съемки рельефа дна. В частности, оценка точности планово-высотного положения в аналоговой гидрографии, согласно Правилам Гидрографической службы № 4 (ч. 2), выполняется с доверительной вероятностью 63–68 %, в то время как в Стандартах S-44 используется доверительной вероятностью 95 %. В результате требования к допустимой точности исправленной глубины, указанные в Стандартах S-44, установлены в два раза выше, чем в отечественных правилах гидрографической службы и некоторых сводах Правил для инженерной гидрографии. Отмечается, что в ряде действующих нормативных документов инженерной гидрографии не учитываются новые возможности гидроакустической аппаратуры, включая многолучевые эхолоты, батиметрические гидролокаторы бокового обзора и низкочастотные эхолоты — профилографы, предназначенные для изучения рельефа дна и верхней части разреза дна, используемые для инженерных и других научных целей. Указано, что новой парадигмой Стандартов S-44, принятых в 2022 г., является введение понятий: «батиметрическое покрытие», «обнаружение объектов» и «поиск объектов», обусловивших возможность использования такого нового инструмента для проектирования и формирования краткой характеристики съемки, в том числе инженерной, как «матрица спецификаций». Отмечается отсутствие новых российских спецификаций выполнения как традиционных, так и инженерных гидрографических съемок, основанных на базе Стандартов S-44 Международной гидрографической организации, и необходимость их срочной разработки, согласования и утверждения.

Ключевые слова: инженерная гидрография, цифровая гидрография, многолучевые эхолоты, новые парадигмы цифровой гидрографии, Свод Правил инженерных изысканий, Стандарты S-44 МГО, батиметрическое покрытие, неопределенности измерений, поиск объектов, матрица спецификаций.

Для цитирования:

Фирсов Ю. Г. Проблемы и задачи создания нормативных документов отечественной инженерной гидрографии / Ю. Г. Фирсов // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2024. — Т. 16. — № 5. — С. 663–678. DOI: 10.21821/2309-5180-2024-16-5-663-678.

Введение (Introduction)

В современных условиях с расширением использования ресурсов Мирового океана, прибрежных зон и внутренних водных акваторий инженерные гидрографические съемки приобретают

особое значение. Съемка рельефа дна для последующего использования в инженерных целях служит приоритетным направлением деятельности при хозяйственном использовании акваторий и является дорогостоящим видом работ. В современных условиях съемка рельефа дна выполняется с использованием инновационной гидроакустической аппаратуры, имеющей широкий спектр применений и возможность получения разнообразной и точной информации о дне и донных осадках. Действующие нормативные документы инженерной гидрографии не учитывают новые возможности гидроакустической аппаратуры, включая многолучевые эхолоты (МЛЭ), батиметрические гидролокаторы бокового обзора (БГБО) и низкочастотные эхолоты-профилографы (ЭП) для изучения рельефа дна и верхней части разреза дна для инженерных и других научных целей.

Текущее состояние методик использования этой гидрографической гидроакустической аппаратуры и вопросы стандартизации гидрографических съемок, выполняемых в инженерных целях на внутренних водных акваториях, прибрежной зоне морей и на шельфе, не полностью соответствуют возможностям ее эффективного использования и возрастающим современным требованиям. Причиной этого во многом является большое количество различных нормативных документов, основанных на устаревших нормах и правилах традиционной аналоговой гидрографии сорокалетней давности. Имеется целый ряд нормативных документов, регламентирующих выполнение съемки рельефа дна в целях обеспечения гидротехнического строительства, осуществления дноуглубительных работ, а также строительства сооружений на континентальном шельфе, не в полной мере соответствующих современным требованиям. Данные документы за последние годы неоднократно актуализировались, однако их содержание за редким исключением принципиально не изменялось, — они, как и ранее, не соответствуют современным технологическим возможностям современной цифровой гидрографии, отраженной в документах Международной гидрографической организации (МГО).

В 90-е гг. XX в. произошел технологический прорыв в развитии средств и методов гидрографических исследований, что нашло отражение в четвертой редакции Стандартов S-44 Международной гидрографической организации, основанной на понятии «категорий съемки рельефа», обусловленной новыми возможностями глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС), многолучевых эхолотов (МЛЭ) и электронных гидрографических информационных систем (ЭГИС). Новые парадигмы цифровой гидрографии, впервые внесенные в Стандарты S-44, 4-й редакции (1998 г.), получили свое развитие в 5-й (2008 г) и 6-й (2022 г) редакциях. Анализ 6-й редакции Стандартов S-44 выполнен в работе [1].

Целью работы является анализ содержания основных требований нормативных документов инженерной гидрографии, принятых в начале XXI в.: РД31.74.04–2002, СНиП 11–02–96, СП 11–104–97, СП 11–114–2004, а также новых документов, введенных в последнем десятилетии, включая СП 47.13330.2016, СП 317.1325800.2017, а также СП 504.1325800.2021. Работа выполнена на основе изучения и анализа указанных нормативных документов, а также специальной литературы, в которой рассмотрены вопросы, являющиеся предметом настоящего исследования, включая ранее опубликованные материалы автора по рассматриваемой тематике.

Методы и материалы (Methods and Materials)

В настоящее время отечественная гидрография в части съемки рельефа дна располагает следующими действующими нормативными документами:

- Правила Гидрографической службы № 4 (ПГС-4, ч. 2, изд. ГУНиО МО, 1984 г.) [2];
- Технология промерных работ при производстве дноуглубительных работ и при контроле глубин для безопасности плавания судов в морских портах и на подходах к ним» (РД 31.74.04–2002);
- Инженерно-геодезические изыскания при строительстве в виде сводов правил (СП) и сводов норм и правил (СНиП), включающих разделы: «Инженерно-гидрографические работы при инженерных изысканиях для строительства», и их актуализацию;
- Свод правил «Инженерные изыскания на континентальном шельфе для строительства морских нефтегазопромысловых сооружений» (изд. 2004 и 2021 гг.);

– Геодезические картографические инструкции нормы и правила (ГКИНП) по съемке шельфа, изданные в период 80–90 гг. XX в.

Кроме того, имеется ряд ведомственных инструкций и руководств, обсуждение которых выходит за рамки данной статьи.

Правила Гидрографической службы [2] являются хорошо отработанным документом, на основе изучения которого сформировалось целое поколение отечественных гидрографов. В этом документе научно обоснованы такие характеристики, как подробность промера, требуемые точности определения координат и глубин, полевой контроль выполнения съемки и методы расчета окончательной точности глубин применительно к однолучевым эхолотам. Для выполнения ручной обработки промера с аналоговым однолучевым эхолотом этот документ и теперь не утратил своей актуальности. Однако в настоящее время в связи с внедрением в практику цифровых эхолотов, эхотралов, МЛЭ и ГБО, а также ГНСС и геоинформационных технологий он устарел и требует коренной переработки.

Руководящий документ «Технология промерных работ при производстве дноуглубительных работ и при контроле глубин для безопасности плавания судов в морских портах и на подходах к ним» (РД 31.74.04–2002)¹ является ведомственной инструкцией Министерства транспорта. Этот документ, введенный в действие постановлением Технического комитета Морфлот № 16 от 17.06.2004, должен «...устанавливать организационно-технические нормы, технологические способы, методы производства промера, нормативные требования по точности и срокам его выполнения при производстве дноуглубительных работ и контроле габаритов морских каналов, фарватеров и акваторий портов».

В современных условиях документ РД 31.74.04–2002 не способен в полной мере выполнить возлагаемые на него функции, поскольку в нем отсутствуют требования к точности получаемых глубин, а требуемые точности определения планового положения увязаны только с масштабами выполняемых съемок. Оценка точности, вопреки сложившейся международной гидрографической практике, основана на среднеквадратических погрешностях (СКП) с 68 % доверительной вероятности (ДВ). За основу взят предыдущий вариант документа РД 31.74.04–79, выполнена его доработка (актуализация), которой явно недостаточно.

Технологии гидрографии изменились радикально и это требует создания принципиально нового нормативного документа, который должен отражать концепции электронной гидрографии, основанные на спутниковых и геоинформационных технологиях взамен визуальных способов определения координат и ручных методов обработки материалов. В РД 31.74.04–2002 только упоминаются DGPS, RTK-спутниковые методы, но не даны указания по их применению. Основное внимание уделено визуальным методам, которые практически уже не используются. Упоминание площадной съемки рельефа носит описательный характер и не содержит конкретных рекомендаций и норм, которыми могут руководствоваться операторы гидрографических комплексов на базе МЛЭ, а такие средства, как эхотралы, ГБО и БГБО, вообще не упоминаются.

В этом документе не уделено должного внимания процедурам контроля качества выполнения промерных работ. Единственное упоминание о контроле качества сводится к требованию сличения глубин в точках пересечения основных и контрольных галсов. При этом сформулировано требование о том, чтобы в 85 % случаев сличение расхождения глубин на контрольных и основных галсах в диапазоне 0–20 м не должно превышать 5 % от глубины. Данное требование соответствует аналогичным требованиям ПГС № 4 (ч. 2) для нерасчлененного рельефа на шельфе ($\delta_{сл} = 5,1 \%$; $m_{z0} = 2,4 \%$), однако оно в 2 раза ниже аналогичных требований Стандарта S-44 для *особой категории*, что подтверждается следующими расчетами.

1. Согласно РД 31.74.04–2002, при допустимой СКП исправленной глубины в 2,4 % для глубины 10 м имеем значение 0,24 м с доверительной вероятностью 68 %.

¹ РД 31.74.04–2002. Технология промерных работ при производстве дноуглубительных работ и при контроле глубин для безопасности плавания судов в морских портах и на подходах к ним. Ростов н/Д, 2004. С. 155. <https://meganorm.ru/Data2/1/4293855/4293855087.pdf>.

2. Согласно требованиям особой категории Стандартов МГО S-44, допустимая неопределенность для глубины 10 м составляет $[(a^2 + (bd)^2)^{1/2} = (0,25^2 + (10 \cdot 0,0075)^2)^{1/2} = 0,24$ м (95 %).

Согласно требованиям USACE (EM1110–2–1003), допустимая точность исправленной глубины для категории «мягкое дно» составляет 0,30 м (95 %). Учитывая, что соотношение мер точности с доверительными вероятностями 95 и 68 % составляет $\sigma_{(95\%)} = 1,96\sigma_{(68\%)}$, можно утверждать, что требования относительно допустимой точности определения глубин, согласно Инструкции РД31.74.04–2002, в два раза ниже аналогичных требований, установленных в зарубежных Стандартах S-44 МГО [3] и Руководстве по инженерной гидрографии Корпуса военных инженеров США (USACE) [4].

Одним из главных недостатков РД31.74.04–2002 является игнорирование новейших достижений морской геоматики, а также недооценка роли современных цифровых ГБО, БГБО и функции ГБО многолучевых эхолотов. Морская электронная картография также полностью осталась за рамками этого руководящего документа. В век электронных карт одним из основных вариантов представления результатов съемки рельефа является его прямая конвертация в обменный формат S-57. Это требование является крайне актуальным для прибрежных акваторий с высокой динамикой рельефа и особенно в районах интенсивного мореплавания, а также на акваториях дноуглубления и гидротехнического строительства. Таким образом, РД31.74.04–2002 не соответствует реалиям современной электронной гидрографии, указанным в международных стандартах, и не несет в себе полезной методической и технологической информации, необходимой для гидрографов-практиков.

Гидротехническое строительство на акваториях регламентировано сводом норм и правил, в состав которых входит инженерно-геодезическое обеспечение. Среди этих документов в первую очередь следует выделить Свод норм и правил (СНиП) 11–02–96², принятый и введенный в действие с 01.11.1996, в разд. 5 «Инженерно-геодезические изыскания» которого указано, что в состав инженерно-геодезических изысканий для строительства входят в том числе «инженерно-гидрографические работы». Однако никаких норм и правил в части таких работ не приводится. Другим документом, предназначенным для нормирования инженерно-геодезического обеспечения в сфере гидротехнического строительства, является СП 11–104–97 «Инженерно-геодезические изыскания для строительства»³, который был принят и введен в действие начиная с 1.01.1998 г. В этом документе использована концепция, введенная в законе «О геодезии и картографии» (2005), о том, что гидрография является частью геодезии. Однако геодезия и современная цифровая гидрография — это дисциплины, использующие разные технологии, и измерения выполняются в различных средах: в гидрографии применяются главным образом гидроакустические измерения, достигнувшие за последние 30 лет значительного прогресса в связи с появлением МЛЭ, БГБО, ГБО, а также низкочастотных эхолотов-профилографов, а в геодезии применяются электронные тахеометры и топографические сканеры.

СП 11–104–97 одобрен Департаментом развития научно-технической политики и проектно-изыскательских работ Госстроя России (Письмо от 14.10. 1997 г. № 9–4/116) и впоследствии был актуализирован в 2004⁴, но при этом не претерпел положительных актуальных изменений. В 2018 г. был подготовлен новый Свод Правил для инженерно-геодезических изысканий для строительства

² СНиП 11–02–96. Свод Норм и Правил «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения». (Приняты и введенные в действие с 1 ноября 1996 г. постановлением Минстроя № 18–77 от 29 октября 1996 г.). М., 2005. <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294854/4294854928.pdf>.

³ СП 11–104–97. Свод Правил. «Инженерно-геодезические изыскания для строительства» (Приняты и введены в действие с 1 января 1998 г. письмом Госстроя России № 9–4/116 от 14 октября 1997 г.). М., 2005. 72 с. <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294851/4294851543.pdf>.

⁴ СП-11–104–97. Свод Правил. «Инженерно-геодезические изыскания для строительства». Ч. III: Инженерно-гидрографические работы при инженерных изысканиях для строительства / Госстрой России. М.: Производственный и научно-исследовательский институт по инженерным изысканиям в строительстве (ФГУП «ПНИИИС») Госстроя России, 2004. 105 С. <https://dokipedia.ru/document/5166119>.

в виде документа СП 317.1325800.2017⁵. В части Инженерно-гидрографических работ (см. п. 5.5) в этом документе отмечается, что правила выполнения инженерно-гидрографических работ приведены в СП 11–104–97.

В 2012 г. СНиП 11–02–96 был актуализирован и в 2017 г. вышла новая актуализированная версия СП 47.13330.2016⁶, в которой инженерно-гидрографические работы указаны в пп. 5.4.2 в связи с «реконструкцией мостов и линейных объектов трубопроводного транспорта на участках переходов через объекты гидрографической сети». Все указанные документы напоминают, по сути, РД 31.74.04–2002, и не вносят ничего нового в вопросы проведения съемок рельефа дна с использованием новых гидрографических технологий. Разделы по правилам выполнения инженерных гидрографических работ в этих документах вызвали обоснованную критику, изложенную в публикациях [5]–[9], включая недавнее исследование [10]. Следует отметить, что в указанных документах, нет упоминания об инструкциях, нормах и правилах о проведении съемки шельфа Главного управления геодезии и картографии (ГУГК), разработанных в 80–90-е гг. XX в. В 1989 г. появилось Руководство ГКИНП 11–157–88⁷ и затем в 1993 г. был издан новый полезный нормативный документ по учету колебаний уровня: ГКИНП 11–239–92⁸.

Несколько лучше обстоит дело с нормативными документами, направленными на проведение строительных работ на шельфе. Первый документ в виде свода правил, регламентирующий проведение данных работ, был издан в 2004⁹. В нем содержится разд. 5 «Инженерно-геодезические изыскания», в котором подробно изложены вопросы позиционирования с использованием ГНСС, однако батиметрические работы представлены только на основе норм и правил промера с аналоговыми однолучевыми эхолотами (ОЛЭ), заимствованными из ПГС-4, ч. 2 [2].

В 2021 г. был подготовлен новый более современный нормативно-методический документ по проведению инженерных изысканий для строительства на континентальном шельфе СП 504.1325800.2021¹⁰. В части гидрографии этот документ содержит общие нормы и требования по применению МЛЭ, однако в нем не указаны стандарты на гидрографическую съемку МГО.

В период 2010–2013 гг. в ЗАО «Государственный научно-исследовательский навигационно-гидрографический институт» (ГНИНГИ) был разработан новый вариант Правил гидрографической службы (ПГС-4) в двух книгах (т. 1 и 2). Проект нового ПГС был представлен гидрографической общественности в июне 2013 г. и опубликован на сайте ГНИНГИ. Однако до настоящего времени данный документ не утвержден Управлением навигации и океанографии (УНиО) в качестве нормативного. Следует отметить, что в проекте ПГС-4 (2013) впервые в отечественной практике было предложено выполнять оценку результатов гидрографических работ на уровне 95 % доверительной вероятности и использовать концепцию «категорий съемки» согласно положениям Стандартов МГО.

В условиях отсутствия современных нормативно-методических документов по съемке подводного рельефа в инженерных целях заинтересованные организации вынуждены самостоятельно

⁵ СП 317.1325800.2017. Свод Правил. Инженерно-геодезические изыскания для строительства. Общие правила производства работ. Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации. М., 2018. <https://meganorm.ru/Data2/1/4293739/4293739236.pdf>.

⁶ СП 317.1325800.2017. Свод Правил. Инженерно-геодезические изыскания для строительства. Общие правила производства работ. Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации. М., 2018. <https://meganorm.ru/Data2/1/4293739/4293739236.pdf>.

⁷ ГКИНП 11–157–88. Руководство по топографической съемке шельфа и внутренних водоемов. М.: ЦНИИГАиК, 1989. 280 с.

⁸ ГКИНП 11–239–92. Руководство по учету колебаний уровня при топографической съемке шельфа и внутренних водоемов. М., ЦНИИГАиК. 1993. 177 с.

⁹ СП 11–114–2004. Свод Правил. Инженерные изыскания на континентальном шельфе для строительства морских нефтегазопромысловых сооружений. Госстрой России. — М.: ФГУП «ПНИИИС», 2004. 88 с. http://www.complexdoc.ru/ntdpdf/545826/inzhenernye_izyskaniya_na_kontinentalnom_shelfe_dlya_stroitelstva_morskikh.pdf.

¹⁰ СП 504.1325800.2021. Свод Правил. Инженерные изыскания для строительства на континентальном шельфе. Общие требования. Издание официальное Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства. М., 2021. 168 с. https://geomlib.com/papers/Standards/rus_SP-504_2021.pdf.

разрабатывать правила выполнения данных работ применительно к решению своих узкоспециализированных задач. Примером такого решения является ГОСТ 70750–2023¹¹, в котором изложены нормы и требования выполнения таких специфических гидрографических работ, как детальная съемка рельефа дна на нижних бьефах гидроэлектростанций. При этом наряду с нормами и правилами ПГС-4 [2] рассмотрены также отдельные положения S-44 (2008) [12].

Кроме того, следует отметить текущее состояние нормативно-методического обеспечения гидрографических работ, выполняемых в целях обеспечения морских геолого-геофизических исследований, которые могут быть отнесены к инженерным гидрографическим работам, поскольку не направлены на создание государственных морских навигационных карт (ГМНК).

Навигационно-гидрографическое и геодезическое обеспечение морских геологоразведочных работ предусматривало решение ряда специальных задач, нормированных в устаревшей Инструкции ИНГГО-86¹². Новый актуализированный вариант этого документа — Инструкция¹³, была опубликована в 1998 г. В нее были включены полезные разделы по использованию ГНСС, однако раздел по нормированию батиметрической съемки с применением МЛЭ, БГБО и ГБО отсутствует.

Детальной съемке подводного рельефа при выполнении морских геолого-геофизических исследований и при эксплуатации морских ресурсов углеводородов в российской практике уделяется недостаточное внимание. Эти вопросы подробно рассмотрены в работе [13]. Зарубежный опыт свидетельствует об актуальности площадной съемки рельефа для эксплуатации морских ресурсов. Это в первую очередь отражено в Руководстве Международной организации морских подрядчиков [14], которое часто используется также российскими организациями, работающими в данной сфере морской деятельности.

Результаты (Results)

На основе выполненного анализа международных и отечественных нормативных документов, регламентирующих выполнение инженерных гидрографических работ в прибрежной зоне, можно сделать следующие выводы:

- инженерные гидрографические работы рассматриваются как составная часть инженерных геодезических работ;
- отечественные нормативные документы, касающиеся инженерных гидрографических работ не в полной мере отражают технологические возможности современной гидрографии и не соответствуют международным требованиям по точности;
- в ряде нормативных документов отсутствуют нормы и требования по использованию МЛЭ, БГБО и эхотралов;
- отсутствуют критерии качества выполнения площадной съемки рельефа дна, а точность съемки в некоторых нормативных документах допускается вдвое ниже принятой за рубежом.
- в российских нормативно-методических документах (РД, СП и СНиП), касающихся инженерных гидрографических работ, практически не обобщен опыт эксплуатации электронных гидрографических информационных систем (ЭГИС), которые широко практически используются для выполнения всех этапов гидрографических работ.

В настоящее время существует ряд государственных и частных производственных организаций, выполняющих гидрографические работы различного назначения, включая в основном инженерные гидрографические работы как на внутренних водных акваториях, так и в прибрежной

¹¹ ГОСТ Р 70750–2023. Гидроэлектростанции. Гидротехнические сооружения. Подводно-техническое обследование состояния гидротехнических сооружений и примыкающих к ним участков неукрепленного русла. Нормы и требования. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. М., Российский институт стандартизации, 2023. 56 с. <https://www.elec.ru/viewer?url=files/2023/09/04/gostr70750-2023.pdf>.

¹² Инструкция по навигационно-гидрографическому и геодезическому обеспечению морских геологоразведочных работ (ИНГГО-86). Министерство Геологии СССР. М., 1986. 104 с.

¹³ Инструкция по топографо-геодезическому и навигационному обеспечению геологоразведочных работ (утв. Министерством природных ресурсов РФ 3 декабря 1996 г.). <https://meganorm.ru/Data2/1/4293763/4293763666.htm>.

зоне морей. Практически все исполнители съемок используют современное, как правило, импортное гидрографическое оборудование и программное обеспечение в виде ЭГИС и программных пакетов окончательной обработки гидрографических данных от МЛЭ и БГБО. При этом выполняя площадную съемку с использованием ЭГИС и ее окончательную обработку, исполнители вынуждены в своих отчетах ссылаться на ПГС-4, ч. 2, в которых отсутствуют нормы и правила выполнения батиметрической съемки с МЛЭ или БГБО. Трудности возникают также и при проектировании гидрографических работ различного назначения. В частности, исполнители инженерных гидрографических работ, выполняющие площадные съемки рельефа с использованием МЛЭ, вынуждены готовить детальные технические задания, ссылаясь при этом одновременно на ПГС-4, ч. 2, и Стандарты S-44 МГО. При этом они часто указывают, что съемка выполняется в соответствии с требованиями ПГС-4, а оценка точности съемки осуществляется в соответствии со Стандартами S-44 МГО. Однако в ПГС-4 нормы и требования относятся к аналоговой гидрографии с ОЛЭ и используется концепция, основанная на принципиально различной точности определения планового положения при выполнении, соответственно, прибрежного, морского и океанского промера. С появлением ГНСС нормы точности планового положения перестали играть решающую роль, поскольку современная многочастотная фазовая аппаратура ГНСС обеспечивает абсолютную точность порядка 2–3 м (95 %) в любой точке Земного шара. Применение точных поправок, передаваемых через геостационарные ИСЗ типа «Инмарсат», повышает точность до 0,2–0,3 м, а при использовании режима кинематики реального времени (КРВ) относительная точность планового положения составляет 0,05–0,10 м (95 %).

В связи с внедрением в гидрографию мелководных МЛЭ в 90-е гг. XX в. и появлением ЭГИС возникли предпосылки для формирования новой парадигмы в изучении рельефа дна. В основу ее заложен принцип получения цифровой модели рельефа (ЦМР) дна с учетом глубины воды и актуальности акватории для обеспечения безопасности мореплавания или ее изучения в инженерном отношении с целью гидротехнического строительства и создания инфраструктуры на дне. Этот инновационный принцип, основанный на введении допустимых неопределенностей глубин для каждой категории, ознаменовал переход от аналоговой гидрографии, использующей ОЛЭ, к цифровой гидрографии на основе применения МЛЭ / БГБО и представления результатов съемки в цифровом виде. Введение новых международно-признанных стандартов современной гидрографии, основанных на S-44, требует пересмотра многих принципов, понятий и норм аналоговой гидрографии, использующей только ОЛЭ и сохранение результатов съемки рельефа дна в аналоговом виде на промерных планшетах. Кроме того, необходимо сформировать и принять новую терминологию, связанную с цифровой и электронной гидрографией, так как при подготовке технических заданий на выполнение площадной съемки рельефа дна часто возникают именно терминологические трудности в трактовке новых понятий, приведенных в Стандартах S-44 МГО.

Обсуждение (Discussion)

Последние три десятилетия отмечены беспрецедентным развитием геоинформационных технологий, в том числе технологий съемки рельефа дна. Современная морская деятельность ставит задачи получения карт рельефа дна с точностью, сопоставимой с картами рельефа суши. Имеющиеся гидрографические технологии позволяют это обеспечить. Основу этих технологий составляют высокоточное спутниковое позиционирование, гидроакустические средства площадной съемки рельефа и изучения верхней части разреза осадочной толщи, а также реализуемое в ЭГИС специализированное гидрографическое программное обеспечение [8], без которого практически невозможно проведение современных гидрографических исследований. По сути, современные гидроакустические и информационные технологии позволяют открыть новое направление в изучении морского дна, способное формировать и представлять ценную информацию для реализации инженерных проектов, а также для проведения изысканий, необходимых для морских геологов, геофизиков и экологов. Информация от современного МЛЭ, поступающая в ЭГИС, включает ба-

тиметрию (массив глубин), акустическое изображение дна (цифровая сонограмма) и акустическое изображение объектов в водной толще включая, например, донные газовые эманации [15].

Начиная с 2004 г. инженерные гидрографические работы выполнялись на основе нормативного документа СП 11–104–97¹⁴, в котором были заданы нормы по детальности и точности «промеров». Согласно этому документу промеры глубин по детальности подразделяются на *специальные, подробные и облегченные*. Каждый из видов промеров характеризуется частотой галсов и измеренных глубин на них, а также масштабом оформления плана. Средняя погрешность положения «промерных точек» должна соответствовать 1,5 мм в масштабе планшета съемки, а средняя погрешность измеренных глубин — приблизительно 1 % глубины. Термин «средняя погрешность» (m_{cp}), использованный в СП 11–104–97 (2004) связан со средней квадратической погрешностью (СКП) $m_{СКП}$ следующей формулой: $m_{СКП} = 1,25 m_{cp}$. СП 11–104–97 содержит упоминания об использовании ГНСС для определения положения глубин, однако для выполнения промеров используются только ОЛЭ.

В 2018 г. СП 11–104–97 был заменен новым документом СП 317.1325800.2017¹⁵, в котором практически полностью продублированы нормы детальности (подробности) и точности «промеров», и есть упоминания об использовании МЛЭ и ЭГИС, но правила их использования отсутствуют. В части использования МЛЭ в п. 5.5.20 этого документа отмечается следующее: *«Измерения глубин выполняются эхолотами, сонарами, профилографами, механическими ручными методами (наметкой, ручными и механическими лотам, водомерной рейкой и т. п.), с применением оптических спутниковых геодезических приборов (если позволяет глубина водного объекта). Измерения глубин производятся с точностью 0,1 м при глубинах до 10 м; ±0,2 м при глубинах от 10 до 20 м и 0,5 м при глубинах свыше 20 м. При использовании многолучевых эхолотов схему проложения галсов и промерных точек требования к точности и детальности работ принимаются по документам по эксплуатации приборов и программ для сбора и обработки данных указанных эхолотов».*

Следует отметить, что в документах по эксплуатации, включаемых в состав поставки МЛЭ, отсутствуют сведения о методике использования МЛЭ, правилах прокладки галсов и контроле качества площадной съемки, а в программах для сбора и обработки данных используются концепции точности, изложенные в Стандартах S-44 МГО. Кроме того, в морской гидрографии термин «промер» используется только применительно к съемке рельефа с ОЛЭ, а для съемки с МЛЭ не применяется.

Рассмотрим различия установленных норм к детальности и точности съемки подводного рельефа, установленных в новом СП 317.1325800.2017 по сравнению с S-44 МГО. Расстояния между галсами и промерными точками с учетом масштаба оформления плана следует принимать в соответствии с табл. 5.11 СП 317.1325800.2017. В качестве примера рассмотрим установленные нормы по детальности промеров глубин для наиболее строгого «специального» метода с учетом точностей глубин и их планового положения по СП 317.1325800.2017 для глубины 20 м при сложном рельефе применительно к масштабу 1: 500. Расстояние между промерными галсами составляет 5 м, расстояние между «промерными точками для рельефа дна» — 2 м.

Точность (средняя погрешность) положения «промерной точки» должна составлять ±0,75 м (68 %), а СКП положения «промерной точки» $0,75 \cdot 1,25 = 0,94$ м (68 %); точность измерения глубины (СКП): ± 0,2 м (68 %). Аналогом такой съемки, в соответствии со Стандартами S-44 МГО (ред. 4–6), является «особая категория» (глубины до 40 м), для которой неопределенность положения глубины на дне не должна превышать 2 м (95 %), а допустимая неопределенность глубины установлена ± 0,3 м (95 %). Такая съемка выполняется только с использованием средств

¹⁴ СП 11–104–97. Свод Правил. «Инженерно-геодезические изыскания для строительства». Ч. III: Инженерно-гидрографические работы при инженерных изысканиях для строительства / Госстрой России. М.: Производственный и научно-исследовательский институт по инженерным изысканиям в строительстве (ФГУП «ПНИИИС») Госстроя России, 2004. 105 С. <https://dokipedia.ru/document/5166119>.

¹⁵ СП 317.1325800.2017. Свод Правил. Инженерно-геодезические изыскания для строительства. Общие правила производства работ / Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации. М., 2018. <https://meganorm.ru/Data2/1/4293739/4293739236.pdf>.

площадной съемки (МЛЭ / БГБО), а для определения планового положения должна использоваться ГНСС аппаратура в режиме КРВ или в режиме приема точных поправок (PPP). На основе результатов съемки может быть построена цифровая модель рельефа (ЦМР) дна с размером ячейки регулярной сетки 0,3–0,4 м. При выполнении норм по СП 317.1325800.2017 построить такую ЦМР становится невозможно.

Проанализировав результаты сравнения норм по СП 317.1325800.2017 и S-44 можно утверждать, что в части требований точности планового положения глубин для специальной съемки по СП 317.1325800.2017, по сравнению с S-44 МГО для масштаба 1:500, они практически совпадают (СКП = 0,9 м), однако для масштаба 1:1000 и мельче требования S-44 МГО становятся более строгими. В цифровой гидрографии требования к точности планового положения не зависят от масштаба планшета, создаваемого в цифровом виде. Допустимые неопределенности глубин по S-44 и СП 317.1325800.2017 различаются практически в 2 раза. В СП 317.1325800.2017 нормируется измеренная глубина, а в S-44 — глубина, исправленная всеми поправками, точность которых оказывает решающее влияние на неопределенность глубин на карте. Анализируя более подробно данные табл. 5.1 СП 317.1325800.2017, можно утверждать, что виды «промеров» направлены в основном на использование ОЛЭ и неудобны при применении МЛЭ.

Далее остановимся на анализе СП 504.1325800.2021¹⁶, который введен впервые и, следовательно, не рассматривается в качестве актуализации СП 11–104–2004. В частности п. 4.1 свода Правил 504.1325800.2021 содержит общие требования для выполнения «...инженерных изысканий для строительства на континентальном шельфе, во внутренних морских водах, в территориальном море Российской Федерации (далее — на шельфе) и на морском побережье...». Таким образом, этот СП не распространяется на внутренние воды, такие как реки, озера, водохранилища и другие мелководные акватории, для которых в части инженерных гидрографических работ предусмотрено применение разд. 5 СП 317.1325800.2017.

В п. 5.1 СП 504.1325800.2021 содержатся общие требования к выполнению инженерно-геодезических работ, включая и инженерно-гидрографические работы на шельфе фактически для глубин до 4000 м. Континентальный шельф, согласно Федеральному закону о континентальном шельфе Российской Федерации¹⁷, простирается до подводной окраины материка, включающей географический шельф, склон, подъем и, как правило, часть абиссальной равнины, которая, согласно В-6 МГО¹⁸, лежит на глубинах 4000 м.

В п. 4.4 этого документа указано, что инженерные изыскания на шельфе в части инженерно-геодезических работ следует выполнять согласно СП 47.133330.2016 и СП 317.1325800.2017, а в 5.1.4 отмечается, что основные требования к точности и достоверности результатов приведены в указанных СП. Следует отметить, что в п. 5.1.17 СП 47.133330.2016 в части инженерно-гидрографических работ указано только требование о допустимой *средней погрешности* промерной точки (1,5 мм в масштабе планшета), а в СП 317.1325800.2017 требованиям, предъявляемым к инженерно-гидрографическим работам посвящен рассмотренный ранее п. 5.5.

В п. 5.5.20 СП 317.1325800.2017 говорится о точности *измеренных* глубин без указания меры точности (предположительно СКП). Следует обратить внимание, на то, что точность *измеренных* глубин равна $\pm 0,5$ м для глубин свыше 20 м, что, по нашему мнению, для инженерно-гидрографических работ неприемлемо. При этом инженерно-гидрографические работы на шельфе, как и ранее (см. п. 7.1.1. СП-11–104–97. Свод Правил. «Инженерно-геодезические изыскания для строительства». Ч. III.), подразделяются по аналогии с табл. 5.1 СП 317.1325800.2017. По на-

¹⁶ СП 504.1325800.2021. Свод Правил. Инженерные изыскания для строительства на континентальном шельфе. Общие требования. Изд. офиц. Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства. М., 2021. – 168 с. https://geolib.com/papers/Standards/rus_SP-504_2021.pdf.

¹⁷ Федеральный закон от 30.11.1995 г. № 187-ФЗ. О континентальном шельфе Российской Федерации. <http://www.kremlin.ru/acts/bank/8557>.

¹⁸ STANDARDIZATION OF UNDERSEA FEATURE NAMES. Bathymetric Publication No. 6 Edition 4.1.0, September 2013 <https://manualzz.com/doc/5618104/international-hydrographic-organization>.

шему мнению, при съемке рельефа на шельфе в инженерных целях с применением МЛЭ / БГБО такие требования по детальности неправомерны и затрудняют создание детальных ЦМР дна.

Согласно п. 5.1.24 СП 504.1325800.2021 погрешности (СКП) исправленных глубин не должны превышать: $\pm 0,2$ м (68 %) для глубин до 5 м; $\pm 0,3$ м (68 %) для глубин от 5 м до 30 м и 1 % (68 %) от глубины для глубин свыше 30 м. Проанализируем, как это соотносится с точностью исправленных глубин, регламентированных в Стандартах S-44 МГО. Для глубины 100 м допустимая СКП исправленной глубины составляет 1 м (68 %), которая в пересчете на неопределенность (95 %) равна 1,96 м. В соответствии с S-44 МГО допустимая неопределенность для глубины 100 м (вторая категория: $a = 1$ м, $b = 0,023[12]$) составит 2,5 м (95 %). Таким образом, для глубин более 100 м требование к допустимой неопределенности исправленной глубины в СП 504.1325800.2021 немного превосходит установленное в Стандарте S-44 МГО. Однако для меньших глубин (например, 30 м) СКП составляет $\pm 0,3$ м (68 %) или 0,59 м (95 %), в то время как, согласно S-44 МГО (особая категория: $a = 0,25$ м, $b = 0,0075 [12]$), допустимая неопределенность исправленной глубины составляет 0,34 м (95 %). Таким образом, для небольших глубин, согласно СП 504.1325800.2021, точность исправленных глубин в 2 раза ниже.

Вместе с тем следует отметить, что СП 504.1325800.2021 представляет собой полезный нормативный документ, в котором в части инженерной гидрографии впервые упоминаются такие термины, как «газовые сипы» (п. 3.1.6), «площадное обследование» (п. 3.1.17), «подводный ландшафт» (п. 1.18), «статистический анализ массива глубин» (п. 3.1.14). В этом СП впервые приведены общие требования по площадному обследованию дна с использованием «автоматизированных гидрографических комплексов» (АГК) на базе МЛЭ и многоканальных эхолотов, а также отмечается применение авиационных лазерных батиметрических систем (п. 5.1.16), приводится состав АГК на базе МЛЭ, устанавливаемых на надводных судах и необитаемых подводных аппаратах (НПА), а также приведены требования по калибровке аппаратуры АГК и необходимости выполнения контрольных галсов. Отмечается также необходимость использования гидроакустических систем подводного позиционирования (п. 5.1.17.2) при работе с НПА. По всей видимости, разд. 5 подготовлен с участием специалистов гидрографов из ООО «Фертоинг», «Сварог», «Морская геодезия», а также АО «АМИГЭ» и «МАГЭ». При этом в СП 504.1325800.2021 остается требование (п. 5.1.21), аналогичное п. 5.5.10 СП 317.1325800–2017, согласно которому «...по детальности промеры глубин подразделяют на специальные, подробные и облегченные». При использовании МЛЭ такие требования избыточны и могут затруднять создание детальных ЦМР. К сожалению, в СП 504.1325800.2021 не учтены концепции проведения гидрографических работ, отраженные в Стандартах S-44 МГО.

Современная практика выполнения инженерно-гидрографических работ, предлагаемых различными специализированными организациями [16]–[19], свидетельствует о том, что такие съемки выполняются главным образом с использованием МЛЭ на основе применения зарубежных ЭГИС и программных пакетов окончательной обработки данных площадной съемки рельефа дна, в которых предусмотрена оценка качества съемки в соответствии с критериями Стандартов S-44. При этом исполнители вынуждены ссылаться на действующие нормативные документы (например, ПГС № 4, ч. 2, СП 317.1325800.17 и др.), при этом зачастую отмечая, что «съемка выполняется с учетом международных требований».

Среди национальных и международных документов, регламентирующих нормы и правила выполнения инженерных гидрографических работ на внутренних водных акваториях и в прибрежной морской зоне, наиболее известным является Руководство USACE [4], а для работ в дальней морской зоне — Руководство по использованию МЛЭ Международной Ассоциации морских подрядчиков S-003 ИМСА [14]. Оба эти документа составлены на основе новых концепций цифровой гидрографии, впервые изложенных в четвертой редакции Стандартов S-44 (1998). Обзор указанных зарубежных нормативных документов инженерной гидрографии дан в учебном пособии «Гидрографическое обеспечение морских изысканий» (СПб.: Изд-во ГУМРФ им. адм. С. О. Макарова, 2017. 235 с.).

Стандарты на гидрографическую съемку МГО не являются нормативными документами, но задают общие принципы и минимальные нормы качества современной цифровой гидрографии. На основе действующих Стандартов МГО гидрографические службы разрабатывают свои нормативные документы с учетом национальных особенностей, традиций и районов съемок. В сети Интернет выложен ряд национальных Стандартов для выполнения гидрографических работ, включая [20]–[23], основанные на Стандартах МГО [12], каждый из которых имеет некоторые особенности. Следует отметить, что с выходом в свет очередной новой редакции S-44 национальные гидрографии, как правило, не спешат корректировать свои гидрографические нормативные документы.

Первоначально Стандарты МГО предполагались для использования только применительно к съемкам рельефа дна в целях обеспечения безопасности мореплавания, однако в последней (шестой) редакции Стандартов S-44 [3] предпринята попытка распространить введенные нормы и правила съемки рельефа и на инженерную гидрографию. Шестая редакция содержит ряд принципиальных нововведений, включая понятия: «батиметрическое покрытие», «обнаружение объектов» и «поиск объектов». Это обусловило возможность использования такого нового инструмента, как «матрица спецификаций» для проектирования и формирования краткой характеристики съемки, в том числе инженерной. Анализ действующих Стандартов S-44 (2022) содержится в работе [1], а также в работе [23], в которой представлен подробный разбор понятия и принципов использования «матрицы спецификаций». Практика применения концепции «матрицы спецификаций» еще должна доказать удобство и целесообразность ее реального использования для проектирования и выполнения инженерных гидрографических работ.

Необходимо отметить, что в конце XX в. инженерно-гидрографические работы были неправомерно включены в состав инженерно-геодезических работ. Этот вопрос подробно проанализирован в работах [9]–[11]. В соответствии с последней редакцией «Закона о геодезии и картографии»¹⁹ Росреестр не проводит гидрографические работы, поэтому отсутствуют правовые основания включать инженерные гидрографические работы в состав инженерных геодезических работ. За последние 15–20 лет в геодезии и гидрографии наблюдаются существенные различия в части используемых технологий. Общими остались методики плано-высотного обоснования при установке базовых станций КРВ в удаленных районах, где отсутствуют сети КРВ и высотное обоснование уровненных наблюдений. В геодезии широко используются тахеометры и топографические сканеры, а в гидрографии — главным образом МЛЭ / БГБО. Визуальные методы планового обоснования промера в виде засечек, детально рассматриваемые в некоторых действующих СП и РД, в настоящее время уже не используются. Гидрография стала цифровой и электронной, основанной на информационных технологиях в виде ЭГИС и пакетов программ окончательной обработки батиметрических данных от МЛЭ / БГБО. Применение гидрографических информационных технологий позволяет извлекать из гидроакустической информации новые сведения о морском дне, включая верхнюю часть разреза дна, а также об окружающей дно водной толще.

Концепции цифровой гидрографии отражены в действующих Стандартах S-44 (2022) МГО, которые должны стать основой для разработки отечественных ПГС нового поколения. УНиО целесообразно организовать разработку нового ПГС на основе Стандартов S-44 (2022) МГО с учетом национальных особенностей российской гидрографической школы. Перевод Стандартов S-44 (6.1.0) на русский язык выполнен в 280 ЦКП в 2024 г. и дополнен словарем новых используемых гидрографических терминов. В 2025 г. документ будет размещен на интернет-сайте УНиО.

Следует также отметить, что необходимости проведения детальной съемки подводного рельефа для эффективной эксплуатации морских ресурсов углеводородов и подготовки соответствующей нормативной документации уделяется недостаточное внимание. Эти вопросы подробно рассмотрены в работе [13], однако за десять лет, прошедших после данной публикации, они остаются нерешенными.

¹⁹ Федеральный закон. О геодезии, картографии и пространственных данных и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации. 22 декабря 2015 года. <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docview&page=1&print=1&nd=102385369&rdk=7&&empire=>

В соответствии с Постановлением Правительства России № 914 от 20.05.2022 г.²⁰ определено, что начиная с 01.09.2022 г. в обязательном перечне национальных стандартов и СП остаются только пять нормативных документов. Все остальные СП и национальные стандарты переходят в разряд добровольных. В данном Постановлении определено, что исполнитель и заказчик вправе выбирать, каким обязательным перечнем пользоваться. Перечень является добровольным только в части выбора на альтернативной основе тех нормативных документов, в соответствии с которыми будет выполняться проектирование и проведение инженерных изысканий. После включения нормативного документа в перечень документов, на основании которых выполняется проектная документация инженерных изысканий, требования данного документа становятся обязательными к исполнению. Такой подход открывает возможность выполнения инженерно-гидрографических работ с учетом современных требований, изложенных в зарубежных нормативных документах [4], [14], в условиях отсутствия новых СП для инженерной гидрографии.

Выводы (Summary)

На основе результатов выполненного исследования можно сделать следующие выводы.

1. Во всех действующих СП, СНиП и РД, касающихся инженерных гидрографических работ, введенных в действие в течение последних 20 лет, включая также их новые варианты, используются устаревшие нормы и правила съемки рельефа дна, унаследованные от аналоговой гидрографии.

2. Точность положения глубин в плане неправомерно связана с масштабом съемки и по аналогии с ранее принятыми документами составляет 1,5 мм в масштабе планшета, что в современных условиях использования электронных и цифровых планшетов неправомерно. При съемке рельефа дна следует учитывать в первую очередь характер акватории, преобладающие глубины и требуемую точность положения глубины на дне

3. В рассмотренных РД и СП требуемая допустимая точность глубин основывается на погрешностях, представленных как СКП с доверительной вероятностью 63 %, в то время как требования МГО предусматривают оценки точности глубин в виде неопределенностей с доверительной вероятностью 95 %. Таким образом, в рассмотренных РД и СП (частично и СП 504.1325800–2021) требования к точности глубин в 2 раза хуже регламентированных в Стандартах МГО. Это главным образом относится к глубинам менее 40 м, которые наиболее востребованы при выполнении инженерных работ на акватории.

4. Для выполнения инженерно-гидрографических работ действуют отдельные разделы многочисленных нормативных документов и их новые версии с противоречивыми нормами и требованиями. При этом нет четких указаний о том, что вновь введенная версия СП полностью заменяет ее исходный вариант. Нужен отдельный нормативный документ, регламентирующий нормы и требования к инженерно-гидрографическим работам, основанный на действующих Стандартах МГО S-44 (2022).

5. Целесообразно поручить Министерству обороны (УНиО) разработать новые ПГС № 4 для нормирования выполнения гидрографических работ с использованием современных технологий на основе международных требований Стандартов МГО — S-44 (2022). Новый ПГС № 4 может служить основой для разработки ведомственных СП для выполнения инженерно-гидрографических работ на реках, в прибрежной зоне, а также на шельфе на глубинах до 800 м.

6. Инженерно-гидрографические работы неправомерно рассматривать в виде составной части инженерно-геодезических работ, так как измерения выполняются в разных средах, с использованием различных технологий, методических принципов и программного обеспечения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Фирсов Ю. Г.* Современная цифровая гидрография и требования новых международных стандартов для батиметрической съемки / Ю. Г. Фирсов // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2024. — Т. 16. — № 1. — С. 17–36. DOI: 10.21821/2309-5180-2024-16-1-17-36.

²⁰ Постановление Правительства России № 914 от 20.05.2022 г. <http://static.government.ru/media/acts/files/1202205240002.pdf>.

2. Правила Гидрографической службы № 4, ч. 2. — ГУНиО МО СССР, 1984. — 264 С.
3. IHO Standards for Hydrographic Surveys. International Hydrographic Organization — Special Publication No 44 — 6th Edition 6.1.0, 2022. — 42 p.
4. Engineering and Design. Hydrographic Surveying. — US ACE, EM 1110-2-1003, 2013. — 315 p.
5. *Фирсов Ю. Г.* Современные технологии морских геодезических работ при нефтегазодобыче на шельфе. / Ю. Г. Фирсов, В. Н. Баландин, И. В. Меньшиков // Геодезия и картография. — 2010 — № 6. — С. 51–56.
6. *Фирсов Ю. Г.* О геодезическо-маркшейдерском обеспечении освоения месторождений углеводородного сырья на шельфе России / Ю. Г. Фирсов, С. Э. Никифоров, И. В. Меньшиков // Геодезия и картография. — 2010. — № 3. — С. 46–52.
7. *Фирсов Ю. Г.* Анализ нормативных документов отечественной инженерной гидрографии. / Ю. Г. Фирсов, И. В. Меньшиков // Геодезия и картография. — 2012. — № 4. — С. 9–11.
8. *Фирсов Ю. Г.* Основные требования к обеспечению качества современной батиметрической (топографической) съемки / Ю. Г. Фирсов // Вестник Государственного морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2014. — № 3(25). — С. 171–179. DOI: 10.21821/2309-5180-2014-6-3-171-179.
9. *Чуркин О. Ф.* Инженерные изыскания для строительства. Гидрографические работы как самостоятельный вид изысканий / О. Ф. Чуркин // Геодезия и картография. — 2014. — № 5. — С. 2–7.
10. *Чуркин О. Ф.* Гидрографические работы как самостоятельный вид изысканий в строительстве. / Чуркин О. Ф. // Записки по гидрографии. — 2015. — № 5. — С. 26–33.
11. *Туктаров Р. Б.* Краткий обзор современной нормативно-методической базы проведения инженерно-гидрографических работ на водных объектах для целей гидромелиорации земель и пути ее совершенствования / Р. Б. Туктаров, А. П. Акпасов // Московский экономический журнал. — 2023. — Т. 8. — № 6. — С. 94–105. DOI 10.55186/2413046X_2023_8_6_288. — EDN NZWJBP.
12. IHO Standards for Hydrographic Surveys. S-44. — 5th Edition — Monaco: International Hydrographic Bureau, 2008. — 28 p.
13. *Горбунов О. Н.* Инженерно-гидрографические работы как основа маркшейдерского обеспечения при освоении морских ресурсов / О. Н. Горбунов // Маркшейдерский вестник. — 2011. — № 5(85). — С. 25–28. — EDN OIRIQB.
14. IMCA S-003. Guidelines for the use of Multibeam Echosounders for offshore survey. — Rev. 3. — London, UK: International Marine Contractors Association, 2024. — 60 p.
15. *Колосков Е. Н.* Применение современных гидрографических технологий для изучения рельефа и донного газопроявления в северных морях России / Е. Н. Колосков, Ю. Г. Фирсов // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С. О. Макарова. — 2015. — № 3 (31). — С. 54–62. DOI: 10.21821/2309-5180-2015-7-3-54-62.
16. НПП «Форт XXI». Виды выполняемых работ. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://fort21.ru/vypolnyaemye-raboty?yclid=1787072943892232948> (Дата обращения: 10.04.2024).
17. ООО «АртГеоКом». Гидрографические работы. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.artgeocom.ru/geodezicheskie-raboty/gidrograficheskie-raboty> (Дата обращения: 12.04.2024).
18. ООО «ВОЛГОГРАДНИИГИПРОЗЕМ». Гидрографический раздел [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://giprozem-v.ru/uslugi/gidrograficheskie-raboty/> (Дата обращения: 28.07.2024).
19. Компания CNGS Engineering. Морские инженерные изыскания. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://cngsengineering.ru/services/marine-engineering-research/> (Дата обращения: 22.08.2024).
20. Hydrographic Survey Specifications and Deliverables. — NOAA, 2021. — 154 p.
21. Canadian Hydrographic Service. Standards for hydrographic surveys. Edition 4. 2021. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://waves-vagues.dfo-mpo.gc.ca/library-bibliotheque/41034685.pdf> (Дата обращения: 30.08.2024).
22. HYSPEC–Contract Specifications for Hydrographic Surveys Version 2.0. — 64 p. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://www.lin.govt.nz/sites/default/files/hyspec_contract-specifications-hydrographic-surveys-v2.0_20200702.pdf (Дата обращения: 12.09.2024).
23. *Зубченко Э. С.* Новая редакция Стандарта S-44 Международной гидрографической организации / Э. С. Зубченко // Навигация и гидрография. — 2021. — № 63. — С. 25–38. — EDN HUPRTX.

REFERENCES

1. Firsov, Yury G. “Modern digital hydrography and the new International Hydrographic Organization bathymetric survey Standards.” *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova* 16.1 (2024): 17–36. DOI: 10.21821/2309-5180-2024-16-1-17-36.
2. *Pravila Gidrograficheskoi sluzbi № 4*, chast 2. GUNiO MO SSSR, 1984.
3. *IHO Standards for Hydrographic Surveys*. International Hydrographic Organization. Special Publication No 44, 6th Edition 6.1.0, 2022.
4. *Engineering and Design. Hydrographic Surveying*. US ACE, EM 1110-2-1003, 2013.
5. Firsov, Yu. G., Balandin V. N., Menshikov I. V. “Sovremennii tehnologii morskikh rabot pri nefregazodobichi na shelfe”. *Geodesy and Cartography* 6 (2010): 51–56.
6. Firsov, Yu. G., Nikiforov S. E., Menshikov I. V. “O geodesichesko-marksheiderskom obespechenii osvoenia mestorojdenii uglevodorodnogo siria na shelfe Rossii”. *Geodesy and Cartography* 3 (2010): 43–47.
7. Firsov, Yu. G., and I. V. Menshikov. “Specification documents analysis of the domestic engineering hydrography.” *Geodesy and Cartography* 4 (2012): 46–50.
8. Firsov, Yu. G. “The main requirements for the bathymetric (topographic) surveying quality control.” *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova* 3(25) (2014): 171–179.
9. Churkin O. F. Injenernii iziskania dlia stroitelstva. Gidrograficheskie raboti kak samostoiatel'nyy vid isiskaniy. *Geodesy and Cartography* 5 (2014): 2–7.
10. Churkin O. F. Gidrograficheskie raboti kak samostoiatel'nyy vid isiskaniy v stroitelstve. *Zapiski po gidrografii* 5 (2015): 26–33.
11. Tuktarov R. B., Akpasov A. P. “Kratkii obzor sovremennoi normativno-metodicheskoi basi provedeniya injenerno-uidrograficheskikh pabot na bodnih ob'ektah dlia zelei meliorazii zemel I puti ee sovershnstvovaniya”. *Mejdunarodnii ekonomicheskii jurnal* 8.6 (2023): 94–105.
12. *IHO Standards for Hydrographic Surveys*. 5th Edition. S-44. Monaco: International Hydrographic Bureau, 2008.
13. Gorbunov, O. N. “Inzhenerno-gidrograficheskie raboty kak osnova marksheiderskogo obespecheniya pri osvoenii morskikh resursov.” *Marksheiderskii vestnik* 5(85) (2011): 25–28.
14. *IMCA S-003. Guidelines for the use of Multibeam Echosounders for offshore survey*. Rev.2. London, UK: International Marine Contractors Association, 2015.
15. Koloskov, E. N., and Yu. G. Firsov. “Implementation of the new hydrographic technologies for bottom topography and seafloor gas venting investigations in the Russian northern seas.” *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova* 3(31) (2015): 54–62. DOI: 10.21821/2309-5180-2015-7-3-54-62.
16. NPP «Fort XXI». Vidi vipolniaemih rabot. Web. 10 Apr. 2024 <<http://fort21.ru/vypolnyaemye-raboty?yclid=1787072943892232948>>.
17. ООО «ArtGeoKom». Gidrograficheskie raboti. Web. 12 Apr. 2024 <<http://www.artgeocom.ru/geodezicheskie-raboty/gidrograficheskie-raboty>>.
18. ООО «VOLGogradniiGiprozem». Gidrograficheskie razdel. Web. 28 Jul 2024 <<http://giprozem.ru/uslugi/gidrograficheskie-raboty>>.
19. Kompania CNGS Engineering. Morskie injenernie iziskania. Web. 22 Aug. 2024 <<https://cngsengineering.ru/services/marine-engineering-research/>>.
20. *Hydrographic Survey Specifications and Deliverables*. Office of Coast Survey. NOAA, 2021.
21. Canadian Hydrographic Service. Standards for hydrographic surveys. Edition 4. 2021. Web. 30 Aug. 2024 <<https://waves-vagues.dfo-mpo.gc.ca/library-bibliotheque/41034685.pdf>>.
22. HYSPEC—Contract Specifications for Hydrographic Surveys Version 2.0. Web. 12 Sep. 2024 <https://www.lin.govt.nz/sites/default/files/hyspec_contract-specifications-hydrographic-surveys-v2.0_20200702.pdf>.
23. Zubchenko, Eduard S. “Novaya redaktsiya Standarta S-44 Mezhdunarodnoi gidrograficheskoi organizatsii.” *Zapiski po gidrografii* 63 (2021): 38–64.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Фирсов Юрий Георгиевич —
кандидат технических наук, доцент
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала
С. О. Макарова»
198035, Российская Федерация, Санкт-Петербург,
ул. Двинская, 5/7
e-mail: gidrograph@mail.ru, kaf_gm@gumrf.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Firsov, Yury G. —
PhD, associate professor
Admiral Makarov State University of Maritime
and Inland Shipping
5/7 Dvinskaya Str., St. Petersburg 198035,
Russian Federation
e-mail: gidrograph@mail.ru, kaf_gm@gumrf.ru

Статья поступила в редакцию 27 сентября 2024 г.

Received: September 27, 2024.