

ПРИБОРЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

УДК 551.46;550.83(86)

ЦИФРОВЫЕ МОДЕЛИ РЕЛЬЕФА ДНА КАК ЭЛЕМЕНТ СИСТЕМЫ ОПЕРАТИВНОЙ ОКЕАНОЛОГИИ

© 2020 г. Н. В. Либина¹, *, С. Л. Никифоров¹

¹Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Москва, Россия

*e-mail: lnatvit@mail.ru

Поступила в редакцию 08.05.2020 г.

После доработки 25.05.2020 г.

Принята к публикации 22.06.2020 г.

Новое направление океанологии – “оперативная океанология” – предполагает комплексную оценку и прогноз изменчивости состояния морской среды. Для этого необходимо системное изучение многочисленных природных параметров, создание систем комплексного измерения свойств водной толщи и морского дна, систем оперативного сбора и передачи данных, ассимиляции новых данных в модели и т.д. Морское дно оказывает значительное влияние на гидрофизическое состояние среды и наоборот – соответственно необходима информация о состоянии и свойствах дна в районе развертывания различных средств наблюдения, включая оценку возможных георисков. Пространственное распределение и возможная изменчивость геоморфологических и геолого-геофизических параметров дна, определяющих геоакустические свойства, зависит от формы рельефа и его морфометрических характеристик. Таким образом, цифровая модель рельефа дна (ЦМР) является важнейшим компонентом морских геоинформационных систем и существенным элементом оперативной океанологии. Под ЦМР дна понимается организованная структура файлов, содержащих векторные представления пространственных объектов разного типа, атрибутивную информацию о них и топологические соотношения между ними. ЦМР отображает рельеф дна в виде сеточного файла с шагом, соответствующим заданному масштабу. Методы пространственной математической обработки непосредственно ЦМР позволяют получать широкий ряд характеристик поверхности дна, в том числе и морфометрических. ЦМР могут иметь как самостоятельное практическое применение, так и выступать в качестве параметров систематизации, типизации и районирования морского дна. В работе намечены некоторые направления возможного применения ЦМР в сфере оперативной океанологии на примере арктического шельфа.

Ключевые слова: арктический шельф, цифровая модель рельефа дна, оперативная океанология, геориски, ледовая экзарация, морфометрические характеристики рельефа дна

DOI: 10.31857/S0030157420050135

ВВЕДЕНИЕ

Современное развитие вычислительной и измерительной техники создает условия для формирования новых направлений исследований. “Оперативная океанология” является одним из таких разделов океанологии. Данное направление на системном уровне выполняет оценку гидрофизической изменчивости состояния водной толщи и морского дна в различных пространственных масштабах, используя все возможные средства получения информации о морской среде. Анализ, а также прогноз пространственной изменчивости состояния природных обстановок имеет как фундаментальное, так и прикладное значение.

Природные изменения на морском дне и в водной толще взаимосвязаны. Огромную роль в стратификации и динамике водной толщи пред-

ставляет волнение, которое, в свою очередь, является главным фактором в формировании берегов. С другой стороны, геодинамические процессы и сейсмичность могут формировать геориски глобального масштаба – с быстрым изменением рельефа дна, осадочной и водной толщи, а также береговой линии. Рельеф дна, его морфометрические свойства оказывают прямое воздействие на циркуляцию водной массы в придонной области. Конфигурация береговой линии, крутизна, наличие линеаментов и резких изменений рельефа дна влияют на направление и скорость течений, а также на образование топогенных вихрей прибрежного апвеллинга.

На шельфе исследование рельефа дна имеет особое значение, что связано с их современным активным индустриальным освоением. Это, в

свою очередь, подразумевает создание систем комплексного управления [5].

Под ЦМР дна понимается организованная структура файлов, содержащих векторные представления пространственных объектов разного типа, атрибутивную информацию о них и топологические соотношения между ними. ЦМР отображает рельеф дна в виде сеточного файла с шагом, соответствующим заданному масштабу. ЦМР является важнейшим компонентом базы пространственных данных ГИС различной направленности. Преимущество ГИС заключается в возможности формировать неограниченное число слоев, характеризующих те или иные свойства морского дна, и применять средства пространственного анализа данных и геоинформационного картографирования для решения фундаментальных и практических задач в области морской геологии и геоморфологии, а также картографии, палеогеографии, геоэкологии, гидроакустики и множества других прикладных направлений исследований.

Моделирование рельефа дна, с некоторой долей условности, можно разделить на два типа: создание генеральных моделей рельефа дна крупных акваторий в условиях резкого дефицита пространственно-координированных значений глубины; моделирование рельефа дна небольших по площади участков с достаточным количеством данных.

В данной работе рассматриваются генеральные модели рельефа дна. При промышленном освоении шельфа они необходимы на стадии обоснования, планирования и определения георисков, разведки и строительства, а на стадии эксплуатации служат основой для проведения мониторинга, обеспечения мероприятий по отражению возможных угроз, включая природные. Учет рельефа морского дна необходим и при построении геоакустических моделей, что необходимо при развертывании многоцелевого наблюдательно-измерительного оборудования.

Моделирование рельефа дна крупных акваторий всегда проводится в условиях дефицита данных гидрографического промера, а равномерной и детальной изученности рельефа дна не стоит ожидать и в ближайшем будущем. Поэтому необходимо использовать имеющуюся геолого-геоморфологическую информацию.

ЦМР должна отвечать следующим требованиям: достоверность по глубинам — построенные изобаты ЦМР должны совпадать с исходными и с точностью, зависящей от шага сетки ЦМР; топологическая достоверность — должно соблюдаться соответствие между реальными и модельными элементами рельефа дна. На построенной модели не должно быть ложных локальных максимумов и минимумов или других очевидных аномалий. Для

выполнения этих требований необходимо научное обоснование причин формирования рельефа дна (концепция развития рельефа дна) с учетом его происхождения, структурной принадлежности, палеогеографических и современных особенностей развития. Вся используемая информация должна быть кондиционной, получена и обработана на сертифицированном оборудовании [9, 10].

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА МОДЕЛИРОВАНИЯ

Исходными для построения ЦМР могут использоваться следующие данные:

1. Данные промерных работ Главного управления навигации и океанографии Министерства обороны РФ (СССР) в высокоширотных экспедициях. В результате гидрографических исследований получены натурные данные, привязанные к среднему (или указанному) уровню моря и включающие все морфологические формы рельефа, в том числе арктический шельф. На основе гидрографических работ построены навигационные карты разного масштаба.

2. Альтиметрические данные или совмещенные натурные и альтиметрические данные для увеличения покрытия акватории точками глубин, например, цифровая карта ИВСаО. Начиная с 2000 г., первая версия этой цифровой карты использовалась многочисленными международными организациями для геолого-геоморфологических и океанографических исследований. Дальнейшие версии ИВСаО были использованы в качестве основы Генеральной батиметрической карты Мирового океана (General Bathymetric Chart of the Oceans — GEBCO) с размерностью грида 2 угл. мин., а также для грида “ЕТОРО2”. В последней версии — ИВСаО 3.0 — дополнительно были использованы новые базы данных, собранные арктическими государствами, в том числе данные от рыболовных судов, а также полученные подводными лодками ВМС США и исследовательскими судами. Улучшенный алгоритм при формировании грида позволил построить модель с шагом сетки 500 м. В этой версии процент покрытия данными от съемок многолучевыми эхолотами увеличился с 6% (т.е. в версии ИВСаО 2.23) до 11%. Следует особенно подчеркнуть, что натурные данные составляют всего 11% от общего количества данных при построении поверхности рельефа дна. Примененные цифровые методы позволили построить грид с шагом 500 × 500 м. Однако при анализе построенных поверхностей хорошо видно несогласие натурных и альтиметрических данных и их явная нестыковка по глубине.

В пределах арктического шельфа и континентального склона было выполнено сравнение натуральных данных (эхолотный промер, данные промерных работ Главного управления навигации и океанографии Министерства обороны РФ (СССР) в высокоширотных экспедициях) и по гриду IBCAO (выборка глубин в тех же координатах). Как правило, наблюдалось полное несоответствие натуральных батиметрических данных с гридом IBCAO ver.3, особенно в областях с большими перепадами глубин. Поэтому возникла необходимость создания новой методики построения ЦМР с целью увеличения достоверности по глубинам и топологической достоверности. При этом вся используемая информация должна быть кондиционной.

Основой для создания ЦМР Белого и Баренцева морей являлись навигационные карты различного масштаба, преимущественно 1 : 100 000 и 1 : 200 000, которые построены исключительно на натуральных данных. Однако цель гидрографического промера (и, как результат, навигационные карты) направлена не на выявление морфометрических геолого-геоморфологических особенностей рельефа дна, а на указание опасных участков именно для мореплавания — указание расположения мелей, отличительных глубин и других подводных объектов. Каждая из проводимых изобат имеет свое назначение — 2-метровая ограничивает глубины, опасные для плавания всех видов кораблей, 5-метровая указывает на глубины, недоступные для судов со средней осадкой, 10-метровая — для судов с большой осадкой, 10–20-метровая ограничивает глубины, доступные для всех судов.

Для построения ЦМР указанных изобат явно недостаточно. Поэтому на навигационных картах проводились дополнительные изобаты с учетом имеющихся геолого-геоморфологических данных. Сечение изобат выбиралось из условия наиболее полного, по возможности, отражения имеющихся эндогенных и относительно небольших по размерам экзогенных форм рельефа.

При построении ЦМР использовалась геоинформационная система ArcGIS — программного продукта американской компании ESRI, одного из лидеров мирового рынка геоинформационных систем. ArcGIS позволяет осуществлять сбор, хранение, анализ, визуализацию и распространение больших объемов информации в ГИС-формате (имеющих географическую привязку). В среде создаются и редактируются карты всех масштабов. В ArcGIS встроены широкий инструментарий анализа пространственной информации, который может включать в свой состав пространственные базы данных, редакторы растровой и векторной графики, различные средства пространственного анализа данных.

Методика построения ЦМР дна подробно описана в работах [8–10]. Используя эту методи-

ку, была построена ЦМР Баренцева моря [10–12]. Ее проверка проводилась путем сравнения глубин эхолотного промера с глубинами из ЦМР в тех же координатах. Вычислялось матожидание и среднее квадратичное отклонение разности глубин из ЦМР и полученных при эхолотировании. Матожидание разности глубин дает информацию о систематическом отклонении глубин из ЦМР от натуральных измеренных глубин. Среднее квадратичное отклонение разности глубин показывает, в каких пределах изменяются отклонения между глубинами из ЦМР и данными эхолотирования. В результате достоверность по глубинам имеет высокие значения [10].

В предлагаемой статье ЦМР Баренцева моря является основой для создания батиметрической и специализированных карт — экзарационной опасности, морфометрических характеристик дна, расчлененности рельефа и т.д.

На участки, где аналогичные ЦМР еще не построены (море Лаптевых), в качестве основы была использована цифровая модель IBCAO последней версии.

Для создания тематических карт на базе ЦМР также использовался программный пакет GoldenSoftware Surfer.

НАПРАВЛЕНИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ЦМР ДНА В ЗАДАЧАХ ОПЕРАТИВНОЙ ОКЕАНОЛОГИИ

ЦМР могут применяться при решении следующих задач:

- построение батиметрических и специализированных карт;
- построение морфометрических характеристик рельефа: профилей дна, гистограмм распределения глубин, трехмерных изображений;
- расчет и построение морфометрических характеристик на основе производных рельефа: карт углов наклона, расчлененности рельефа, значений кривизны (кривизн);
- анализ рельефа и его геоморфометрических показателей для оценки георисков.

ЦМР в сочетании с данными по свойствам рельефа дна и геолого-геофизическими характеристиками дна могут применяться при решении следующих задач:

- построение геоакустических моделей;
- создание морских геоинформационных систем различного назначения;
- планирование развертывания систем оперативного наблюдения, устанавливаемых на поверхности дна;
- планирование размещения различных подводных сооружений и коммуникаций;

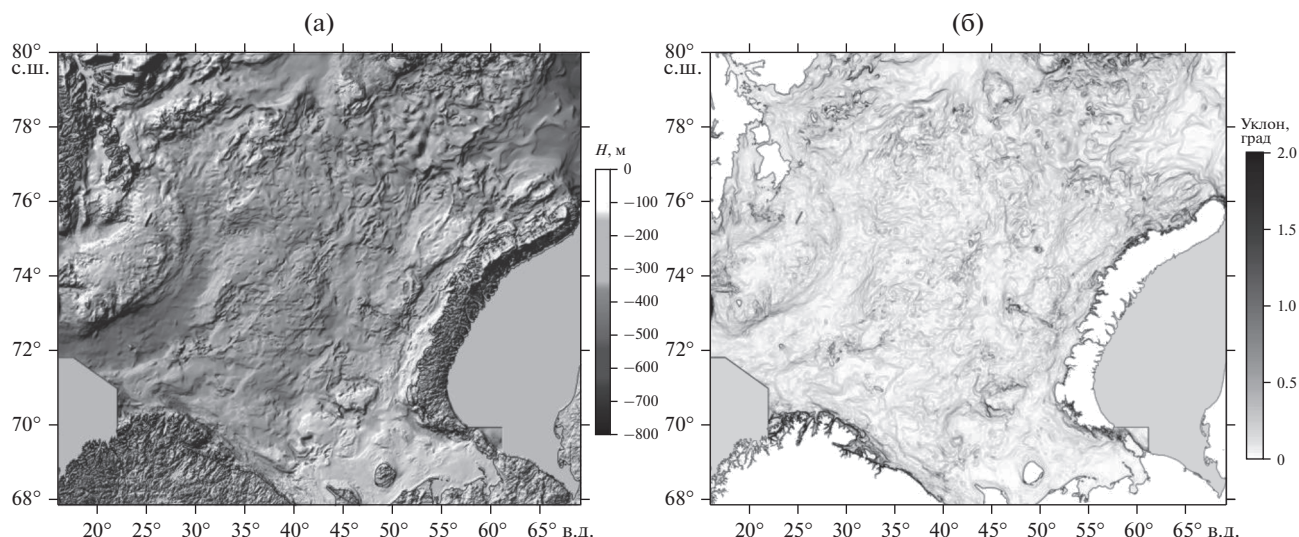


Рис. 1. Цифровые модели дна Баренцева моря: а) цифровая модель рельефа дна Баренцева моря [11]; б) цифровая модель углов наклона поверхности дна Баренцева моря, выполнена на основе ЦМР [11].

— оценка вероятных георисков, влияющих на размещение и функционирование подводного оборудования и коммуникаций: экзарация (ледовое выпаживание морского дна), оползни, эмиссия газов;

— при разработке и эксплуатации гидроакустических средств подводного наблюдения.

Программное обеспечение пространственного анализа данных, входящее в состав ГИС, позволяет получать широкий диапазон морфометрических характеристик поверхности, что широко используется в наземных исследованиях при изучении, например, ландшафтов. В геоморфологии цифровые методы в морских исследованиях пока не так распространены, но в настоящее время активно развиваются и находят широкое применение для характеристики морского дна в широком диапазоне глубин [1, 15 и др.].

Основные морфометрические параметры рельефа дна рассчитываются на основе частных производных первого порядка — уклон (крутизна) и экспозиция склона, и на основе частных производных второго порядка — кривизны поверхности и других параметров [14 и др.].

Уклон поверхности — угол наклона в точке пересечения между горизонтальной плоскостью и плоскостью, касательной к земной поверхности, — показывает интенсивность перепада высот (градиент) между двумя заданными точками. Уклон характеризует скорость склоновых процессов, которые обусловлены перемещением вещества (грунтов, мутьевых потоков) по поверхности дна под действием силы тяжести. Цифровая модель углов наклона (уклона) поверхности дна Баренцева моря, выполненная на основе ЦМР [11] с ис-

пользованием SURFER Golden Software, представлена на рис. 1.

Основные геоморфометрические параметры, рассчитываемые на основе производных второго порядка, — кривизны поверхности. Наиболее часто в геоморфометрическом анализе используются горизонтальная (плановая), вертикальная (профильная) кривизна [13].

Горизонтальная кривизна описывает градиент экспозиции вдоль заданного контура; характеризует так называемый первый механизм аккумуляции. Вертикальная кривизна описывает градиент уклона вдоль заданного контура и меру изменения градиента; характеризует скорость стока и процессов транспорта седиментов, т.е. так называемого второго механизма аккумуляции. Таким образом, при помощи вертикальной кривизны можно определять местоположение зон аккумуляции материала на вогнутых участках и зон его сноса — на выпуклых.

Для построения геоакустических моделей ЦМР используется в сочетании с данными по свойствам рельефа дна и геолого-геофизическими характеристиками дна. Геоакустическая модель рельефа дна включает учет строения и структуры осадочной толщи, пространственное распределение свойств грунтов, влияющих на акустические свойства дна (скорости звуковых волн, рассеивающие свойства). Пространственное распределение и возможная изменчивость геоморфометрических и геолого-геофизических параметров дна, определяющих геоакустические свойства, зависит от формы рельефа и его морфометрических характеристик [4, 11, 12].

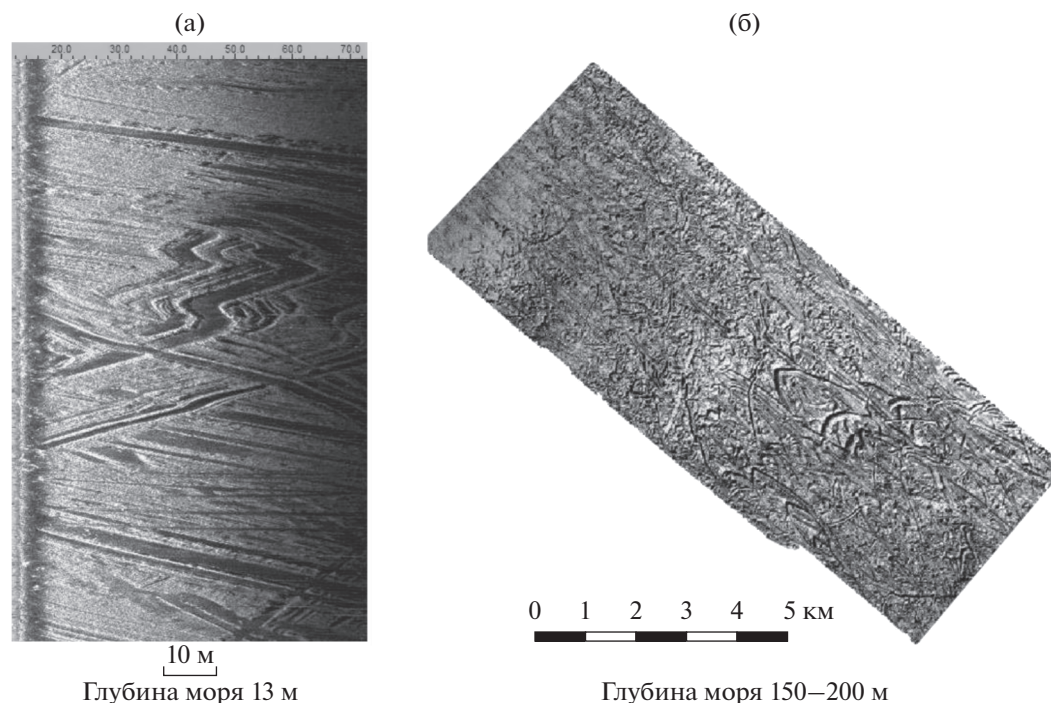


Рис. 2. Примеры акустического изображения экзарационных борозд: а) мелководные (по данным гидролокатора бокового обзора); б) глубоководные (по данным многолучевого эхолота).

Для оценки современного состояния морского дна, включая геориски, необходимо использовать комплекс приборных средств – пространственно распределенных сейсмостанций, сенсоров и т.д., которые непосредственно устанавливаются на дно. Понятно, что равномерного площадного покрытия системы приборных средств для получения первичных данных достичь невозможно, да и не нужно. Для этого необходимо выделить “ключевые” участки, где изменения рельефа дна будут наиболее значительными. Без генеральной карты (ЦМР) высокой точности определить подобные участки не представляется возможным. Кроме этого, ЦМР дна является важнейшей составной частью акустической модели осадочной толщи, которая, кроме ЦМР, включает данные сейсмопрофилирования, привязанные к данным геологического пробоотбора. Также требуются определение слоистости, обоснование стратификации осадков на основе геолого-геофизического анализа (гранулометрия осадков, определение физических свойств, определение акустических характеристик и т.п.), определение генезиса различных слоев, построение пространственно-координированных площадных моделей на основе карт изопакит (карт мощностей) для слоев различного возраста и генезиса, а также их привязка к акустическим стандартам.

При инженерном освоении прибрежной зоны и размещении оборудования и коммуникаций на

дне получаемые морфометрические параметры позволяют выявлять районы возможного возникновения оползней и других георисков, создающих опасность для размещаемого оборудования и коммуникаций. В замерзающих морях существенную опасность представляет ледовое воздействие на дно.

Ледовая экзарация на шельфе арктических морей может быть вызвана торосами и стамухами, возникшими в результате разрушения сезонных или многолетних ледовых полей, а также айсбергами, образованными в результате разрушения ледников Новой Земли, Гренландии, архипелагов Шпицберген, Земля Франца-Иосифа и др.

Результаты экспедиционных исследований последних лет зафиксировали следы экзарационного воздействия в широком диапазоне глубин – от прибрежного мелководья до бровки шельфа и глубже, как в западном, так и в восточном секторе Арктики [2, 3, 6, 7 и др.]. На рис. 2 показаны фрагменты акустического изображения экзарационных борозд. На рис. 2а приведен фрагмент записи дна моря Лаптевых, полученный в 57-м рейсе НИС “Академик М.А. Лаврентьев” (2011 г.) [2]. На рис. 2б приведен фрагмент записи многолучевого эхолота, полученный в 38-м рейсе НИС “Академик Николай Страхов” (2018 г.) в Баренцевом море. Так, в различных районах Баренцева моря наблюдались одиночные и многочисленные борозды ледового выпаживания в широком диапазо-

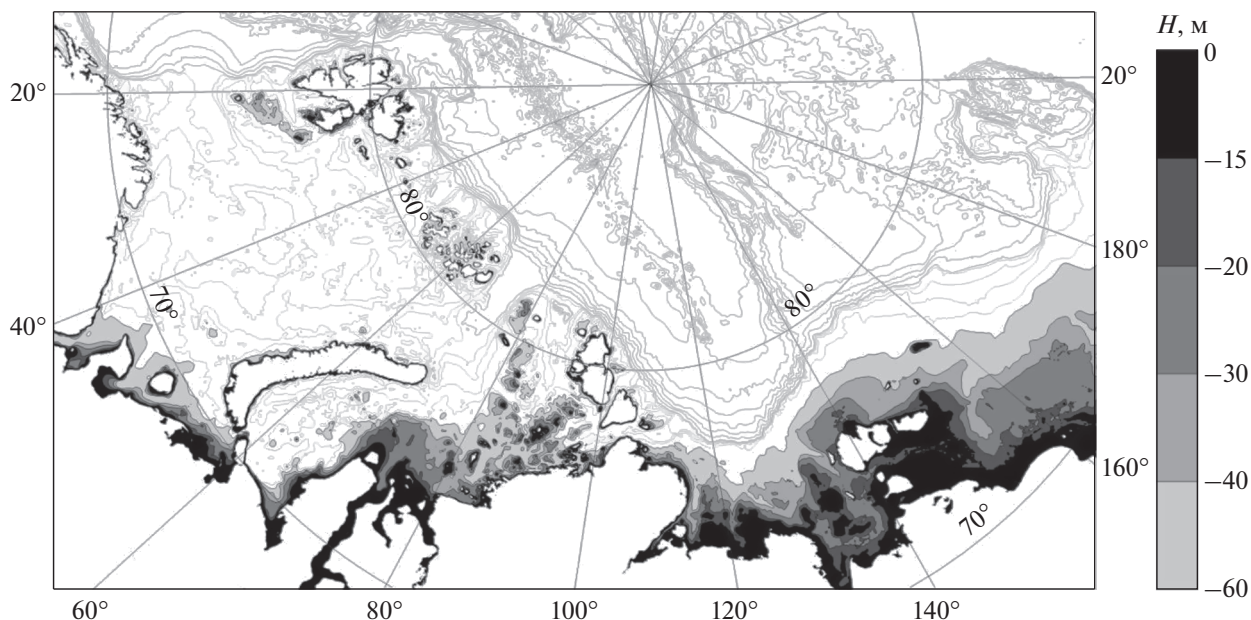


Рис. 3. Обзорная карта-схема районов экзарационного воздействия на дно арктического шельфа, выполнена на основе данных ИВСаО.

не глубин, в том числе на глубинах 300 м. Протяженность борозд может достигать нескольких километров, ширина — десятков метров, глубина вреза — от 1 до 8 м [2, 3]. Большинство глубоководных борозд являются реликтовыми.

По статистическим оценкам многолетних данных [6], килевые (подводные) части стамух редко превышают 15 м. Таким образом, морское дно с глубинами 15–20 м может подвергаться ледовому выпаживанию с высокой долей вероятности. Борозды могут замываться и перекрываться более поздними образованиями. С увеличением глубины моря вероятность современного экзарационного воздействия уменьшается.

Айсберги, которые в основном встречаются в Баренцевом море, могут выпаживать дно на существенно больших глубинах, чем торосы.

Образование глубоководных борозд выпаживания в Баренцевом море связано с палеогеографическими причинами. Деграция покровных ледников позднего плейстоцена, покрывавших области архипелагов Земля Франца-Иосифа, Шпицберген, о-вов Новой Земли и Кольского полуострова могла вызвать образование огромных айсбергов, которые оказывали воздействия на дно до глубин 2 км и более.

Карты районов возможного экзарационного воздействия на дно арктического шельфа приведены на рис. 3, а на дно Баренцева моря — на рис. 4. В левой части рисунков показана шкала возможной экзарационной опасности в соответствии с изменениями глубины моря. На приведенных рисунках интенсивность цвета уменьшается с глу-

биной в соответствии с уменьшением возможности современного ледового воздействия (шкала слева).

Карты применимы как для предварительной оценки возможности современного ледового выпаживания дна, так и для выделения участков дна, деформированных в результате реликтового ледового воздействия, которое может встречаться от глубин 40 м до сотен метров.

Таким образом, на шельфе арктических морей можно выделить: 1) области экзарационной опасности, формирование которых связано с современными процессами и 2) области кумулятивного экзарационного воздействия. В первом случае можно оценить вероятность опасности ледового воздействия на дно в соответствии с глубиной моря. Во втором случае рассматривается накопленное воздействие ледовых образований на дно: к районам потенциальной экзарационной опасности добавляются области, когда-либо подвергавшиеся ледовому воздействию (в том числе и древние) независимо от частоты встречаемости воздействия.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данные по свойствам рельефа дна, основанные на ЦМР, могут применяться при решении широкого круга геоморфологических, геолого-геофизических, инженерных и других задач, имеющих фундаментальное и прикладное значения. Оперативная океанография является важной об-

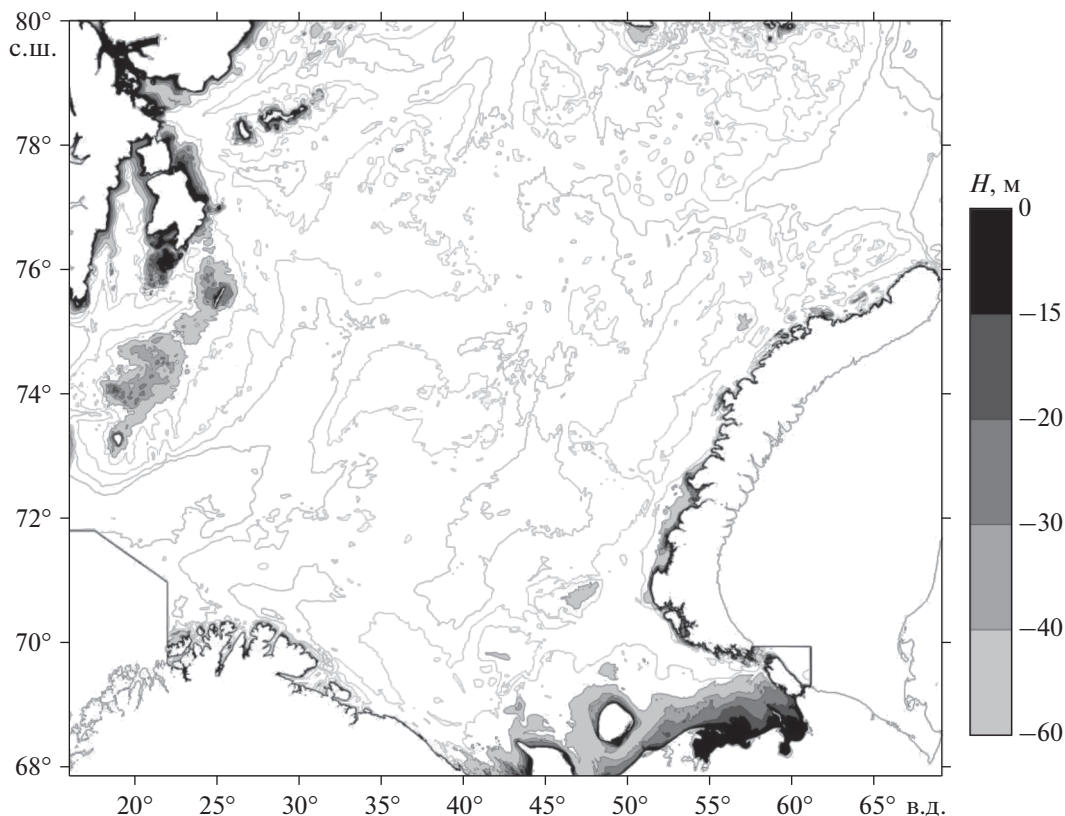


Рис. 4. Карта-схема районов экскариционного воздействия на дно Баренцева моря, выполнена на основе ЦМР [11].

ластью применения данных ЦМР дна и получаемых на их основе специализированных моделей.

Дальнейшее развитие цифровых тематических моделей имеет большие перспективы, в том числе при прогнозных построениях развития прибрежно-шельфовых зон и создании систем их комплексного управления, а также акустических расчетах в прикладных целях.

Источник финансирования: государственный заказ № 0149-2020-0006.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авдеев А.И., Белокопытов В.Н. Морфометрические характеристики и расчлененность рельефа дна северной части Черного моря // Морской гидрофизический журн. 2011. № 4. С. 43–63.
2. Дмитриевский Н.Н., Ананьев Р.А., Либина Н.В., Росляков А.Г. Сейсмоакустические исследования верхней осадочной толщи и рельефа морского дна в морях Восточной Арктики в 57-м рейсе научно-исследовательского судна “Академик М.А. Лаврентьев” // Океанология. 2012. Т. 52. № 4. С. 617–620.
3. Зайончек А.В., Брекке Х., Соколов С.Ю. и др. Структура зоны перехода континент–океан северо-западного обрамления Баренцева моря (по данным 24–26-го рейсов НИС “Академик Николай Стрехов”, 2006–2009 гг.). Структура и история развития литосферы. М.: Paulsen, 2010. С. 111–157.
4. Ильин А.В., Аверьянов С.Б., Никифоров С.Л., Попов О.Е. Геоакустическое моделирование дна океана // Доклады XIII школы-семинара академика Л.М. Бреховских “Акустика океана”, совмещенной с XXIII сессией Российского акустического общества. М.: ГЕОС, 2011. С. 229–239.
5. Коваленко В.В., Зенин В.М., Телегин В.А., Хилько А.И. Проблемы оперативной океанографии прибрежных районов // Морские информационно-управляющие системы. 2018. № 1 (13). С. 28–36.
6. Ледяные образования морей Западной Арктики. Под ред. Зубакина Г.К. ГНЦ РФ Арктический и антарктический научно-исследовательский центр, СПб.: ААНИИ, 2006. 272 с.
7. Миронюк С.Г., Иванова А.А., Колобакин А.А. Экстремальные глубины современного ледового выпахивания на шельфе северо-восточной части Баренцева моря // Информационно-аналитический сборник “Российские полярные исследования”. 2018. № 1. С. 12–14.
8. Никифоров С.Л., Кошель С.М., Либина Н.В. Цифровая модель рельефа дна Белого и Баренцева морей // Геоинформатика. 2018. № 2. С. 32–36.
9. Никифоров С.Л., Кошель С.М., Фроль В.В. Цифровая модель рельефа дна Белого моря // Вестник Московского университета. Сер. 5. География. 2012. № 3. С. 86–92.

10. Никифоров С.Л., Кошель С.М., Фроль В.В. и др. О методах построения цифровых моделей рельефа дна (на примере Белого моря) // *Океанология*. 2015. Т. 55. № 2. С. 326–336.
11. Никифоров С.Л., Попов О.Е., Попов В.А., Селезнев И.А. Концепция создания единой базы геоакустических данных морского дна и технологии геоакустического моделирования // *Фундаментальная и прикладная гидрофизика*. 2010. Т. 3. № 3. С. 49–61.
12. Никифоров С.Л., Селезнев И.А., Попов В.А., Кошель С.М. Создание геомodelей рельефа морского дна для задач прикладной гидроакустики // *Освоение морских глубин*. М.: Изд. дом “Оружие и технологии”, 2018. С. 71–76.
13. Никифоров С.Л., Сорохтин Н.О., Кошель С.М., Лобковский Л.И. Морфоструктурный анализ и типизация рельефа шельфа // *Океанология*. 2018. Т. 58. № 2. С. 285–292.
14. Шарый П.А. Геоморфометрия в науках о земле и экологии, обзор методов и приложений // *Известия Самарского научного центра РАН*. 2006. Т. 8. № 2. С. 458–473.
15. Lecours V., Dolan M.F.J., Micallef A., Lucieer V.L. A review of marine geomorphometry, the quantitative study of the seafloor // *Hydrol. Earth Syst. Sci.* 2016. V. 20 (8). P. 3207–3244.

Digital Elevation Models of Bottom in Operational Oceanology System

N. V. Libina^{a, #}, S. L. Nikiforov^a

^a*Shirshov Institute of oceanology Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

[#]*e-mail: lnatvit@mail.ru*

“Operation oceanology” understanding evaluation and prediction of variability of seabed environment and water state also. Successful functioning of this field must be used within interaction of all marine parameters. Seabed morphology as a main component interacted with water possible variations. Under these studies must be activated digital elevation model of seabed (DEM) that is also must be the component of marine geographic information system. These data are necessary for underwater environment processes understanding including within the field of hydroacoustic data due to effective functioning of the acoustic information processing algorithms. Methods of mathematical processing could create digital models directly that allows a wide range of surface characteristics analyses, including its morphometric ones. As a result seabed DEM can have wide applications, and could be as a main parameters that allows to systematize, typing, zoning of the seabed in a wide range of tasks, and in particular in operational oceanography also. In our work fixed some possible activating of DEM into some problems of operational oceanography (arctic shelf as an example).

Keywords: arctic shelf, digital elevation models, operational oceanology, geohazards, ice gouging, seabed morphology