

## Континентальное подножие Арктического бассейна

С.П. Алексеев, доктор технических наук,  
А.В. Костенич, кандидат технических наук,  
К.Г. Ставров, доктор технических наук,  
ОАО «ГНИНГИ»

Г.Д. Нарышкин, доктор географических наук,  
Б.С. Фридман, доктор географических наук,  
ФГУП ЦЕНТР «Севзапгеоинформ»

*Публикуются результаты исследования рельефа дна Арктического бассейна для определения внешней границы континентального шельфа (ВГКШ) России в Арктике в соответствии с требованиями Конвенции ООН по морскому праву. Одно из основных направлений тематических исследований – определение и геоморфологическое обоснование положения континентальных окраин бассейна, элементов границ окраин в соответствии с общепринятыми геоморфологическими представлениями о пассивных континентальных окраинах и их батиметрическом положении. В работе по материалам ретроспективных батиметрических данных России и результатам экспедиционных работ 2010 и 2011 годов рассмотрено положение континентального подножия евразийской акватории бассейна, необходимого для определения базового параметра ВГКШ – подножия континентального склона*

**А**нализ рельефа дна Арктического бассейна неоднократно рассматривался работами отечественных специалистов в контексте требований Конвенции ООН по морскому праву [1,2,5,6,8-14]. В соответствии с требованиями 76 статьи Конвенции, ВГКШ прибрежных государств определяется на континентальной окраине, граница которой простирается далее 200 морских миль от исходных линий, мористее границы исключительной экономической зоны. Для определения ВГКШ прибрежных государств в основу требований Конвенции положен геоморфологический и математический анализ батиметрических данных, по результатам которого определяется положение континентальной окраины, базового параметра ВГКШ – подножия континентального склона (ПКС), результирующих

точек границ и их ограничительных параметров. Достаточно подробно вопросы делимитации прибрежных государств рассмотрены положениями Конвенции и Научно-Технического Руководства Комиссии по границам континентального шельфа 1999 года, где геоморфологические критерии (результат морфологического и морфометрического анализа батиметрических данных) рекомендованы для определения ВГКШ [4,7].

Рассматривая континентальные окраины пассивного типа, к которым относятся и окраины Арктического бассейна, для реализации требований Конвенции необходимо определить положение границ элементов окраины: бровки шельфа, нижнюю границу континентального склона на границе с континентальным подножием (собственно, ПКС) и

границу континентального подножия с абиссальными равнинами.

Практически во всех без исключения работах по континентальным окраинам верхняя граница континентального склона (бровка шельфа) определяется однозначно перегибом профиля дна в диапазоне глубин от 100 м до 600 м, в зависимости от расчленённости рельефа и батиметрического положения шельфа. Нижняя граница континентального склона пассивных континентальных окраин (ПКС) определяется не всегда однозначно и с определённой мерой субъективности. Положение этой границы и границы подножия с абиссальной равниной контролируются континентальным подножием, которое, в зависимости от специфики рельефа и режима седиментации акватории, может смещать ПКС вверх или вниз по склону, располагая эту границу на разных батиметрических уровнях по простиранию континентальной окраины. Учитывая важное значение этого элемента рельефа континентальной окраины для определения базового параметра ВГКШ представим его наиболее полную характеристику с учётом результатов отечественных и зарубежных исследований [3,6].

Континентальное подножие представлено осадочным чехлом турбидитов и отложений других гравитационных потоков континентальной окраины. Континентальное подножие расположено в области максимальной аккумуляции осадков с образованием разнопорядковых аккумулятивных форм, значительно влияющих на батиметрическое положение морфологических границ окраины, а также базового параметра ВГКШ – ПКС, в зависимости от специфики рельефа и регионального режима седиментации.

Как форма рельефа континентальное подножие представляет полого наклонную (20', максимум 30') в направлении ложа океана относительно выровненную равнину, наложенную одновременно на склон и абиссальную равнину. Нижняя граница континентального подножия на границе с абиссальной равниной является границей континентальной окраины. Как известно, плоские абиссальные равнины, расположенные на контакте с континентальной окраиной имеют горизонтальную (субгоризонтальную) поверхность с углами наклона в пределах первых минут. При исследовании батиметрического профиля снизу вверх по склону от абиссальной равнины первое резкое изменение угла (относительно абиссальной равнины), порядка 5'-10', фиксирует внешнюю границу континентального подножия на границе с абиссальной равниной, и

определение этой границы достаточно однозначно. Верхняя граница континентального подножия в зоне сопряжения с нижней границей континентального склона должна определять положение базового геоморфологического параметра ВГКШ – ПКС. Однако в зависимости от объёма осадочного чехла и углов наклона дна континентального склона, определение положения точки сопряжения склона и подножия на профиле (ПКС) неоднозначно по морфологическим признакам, батиметрическим диапазонам и по простиранию батиметрического профиля. Требованиями Конвенции ПКС определяется в основании континентального склона (ОКС – зона сопряжения склона с подножием), положение которого на батиметрическом профиле определяется по результатам математического моделирования и геоморфологического анализа батиметрических данных при исследовании профиля от абиссальной равнины в направлении бровки шельфа. Объём аккумулятивного шлейфа, который зависит от крутизны континентального склона, его расчленённости, сейсмичности и литодинамических условий района исследований, определяет морфометрические характеристики (высоту, ширину, крутизну) и границы континентального подножия (в том числе и подножия континентального склона – плановую и глубину) по простиранию континентальной окраины. Из определения следует, что единых батиметрических границ континентального подножия и подножия континентального склона по простиранию континентальной окраины не может быть даже в пределах относительно небольшого региона, и в этом случае единственная однозначно определяемая граница этих форм, морфологическая – по форме изменения профиля и его крутизне, что и представлено достаточно подробно на орографической карте [8]. Зона сопряжения склона с подножием (ОКС) и самого подножия осложнена аккумулятивными формами высотой от 10 до 60 м (по некоторым источникам для других районов Мирового океана и до 200 м), при поперечном сечении форм от 15 до 60 км, в зависимости от регионального режима седиментации. Угол наклона дна при сопряжении верхней границы континентального подножия с континентальным склоном (ПКС) изменяется от 1' до 1'.5, а на нижней границе при сопряжении с абиссальной равниной углы наклона дна порядка 5' (от 1:200 до 1:700) [3].

Указанные средние статистические значения морфометрических характеристик, а также батиметрические диапазоны границ элементов пассивных окраин Мирового океана, представленные в много-

численных отечественных и зарубежных работах, систематизированы исследования Дж. Кеннетта [3].

Однако в зависимости от специфики рельефа и режима седиментации различных районов Мирового океана возможны значительные отклонения указанных морфометрических характеристик и батиметрических диапазонов границ элементов окраин. К таким районам относится Арктический бассейн Северного Ледовитого океана, который при относительно небольших размерах и широком шельфе характеризуется интенсивно расчленённым рельефом противоположных по знаку форм глубоководной акватории и наличием положительных форм преобладающего батиметрического диапазона глубин, ортогонально противоположным континентальным окраинам [2,5,6,8,9,10,11,14]. При такой специфике бассейна его рельеф характеризуется наличием относительно узких положительных и отрицательных разнопорядковых форм линейного простирания.

Евразийский суббассейн в рельефе разделён срединно-океаническим хребтом Гаккеля на относительно узкие котловины Нансена и Амундсена северо-западного простирания с глубинами абиссальных равнин 4000 м и 4300 м соответственно. Исследования показали, что этот суббассейн характеризуется повышенным режимом седиментации. Твёрдый сток рек Лена (11.3 млн тонн в год взвешенных наносов), Яна (6.2 млн тонн в год), а также других сибирских рек оказывает существенное влияние на формирование рельефа Баренцево-Карской и Лаптевоморской континентальных окраин, морфологическое и батиметрическое положение их границ, морфометрические характеристики и формирует разнопорядковые аккумулятивные формы рельефа, влияющие на положение ПКС. Активный режим седиментации в районе Лаптевоморской континентальной окраины и взаимное положение хребтов Ломоносова, Гаккеля и Баренцево-Карской окраины представлены на батиметрических картах параболическим (для обеих котловин), в плане, положением изобат с вершинами на хребте Гаккеля, что и определяет положение континентального подножия суббассейна (рис.1). Для обеих котловин характерно положение осевой линии максимальных глубин по простиранию котловин, в С-З направлении [8,10].

Склон Баренцево-Карской континентальной окраины интенсивно расчленён каньонами глубиной заложения до 600 м – 800 м, и котловина Нансена характеризуется повышенным режимом седиментации за счёт значительного поступления осадков в котловину по каньонам и шельфовым желобам, что

приводит к образованию обширных конусов выноса шириной более 200 км в основании континентального склона (рис. 1) [8,10]. В результате такого режима седиментации континентальное подножие распространено на значительной части котловины до границ срединно-океанического хребта Гаккеля, а абиссальная равнина занимает относительно небольшую площадь у подножия плато Ермак. Тем не менее, даже при таком повышенном режиме седиментации в узком бассейне Нансена, углы наклона дна континентального подножия не превышают 20'–25', что соответствует и представленным выше статистическим значениям морфометрических характеристик.

В котловине Амундсена режим седиментации Лаптевоморской окраины и направление течений определяют распределение осадков и положение континентального подножия, приблизительно до середины бассейна Амундсена, при тех же углах наклона дна на подножии – 20'–25' (рис.1) [8,10].

В контексте реализации требований Конвенции наибольший интерес представляет верхняя граница континентального подножия (ПКС), положение которой неоднозначно по простиранию континентальных окраин бассейна. Морфологический и морфометрический анализ ретроспективных батиметрических данных России и полевых работ 2010 и 2011 годов показали, что по причине специфики рельефа и повышенного регионального режима седиментации зона сопряжения континентального склона с подножием (ОКС) по простиранию батиметрического профиля может достигать нескольких десятков км, с постепенным уменьшением углов наклона при переходе от склона к подножию до 45' и менее. Таким образом, нижний угловой предел границы ПКС континентальных окраин бассейна порядка 45', а диапазон углов наклона дна в зоне ОКС от 25' до 45'.

В комплексе рассматриваемых морфометрических характеристик и их региональной специфики по простиранию континентальных окраин установлено, что положение точек ПКС и изобаты 2500 м на профилях необходимо определять значительно чаще по простиранию окраины, вне связи с требованиями Конвенции о предельном (60 морских миль) отстоянии точек результирующих границ ВГКШ. Дискретность определения указанных точек должна зависеть от изменения положения морфологических границ по простиранию окраины (конформно её границам), и взаимное отстояние исследуемых батиметрических профилей должно быть значительно меньше, что соответствует и справедливым

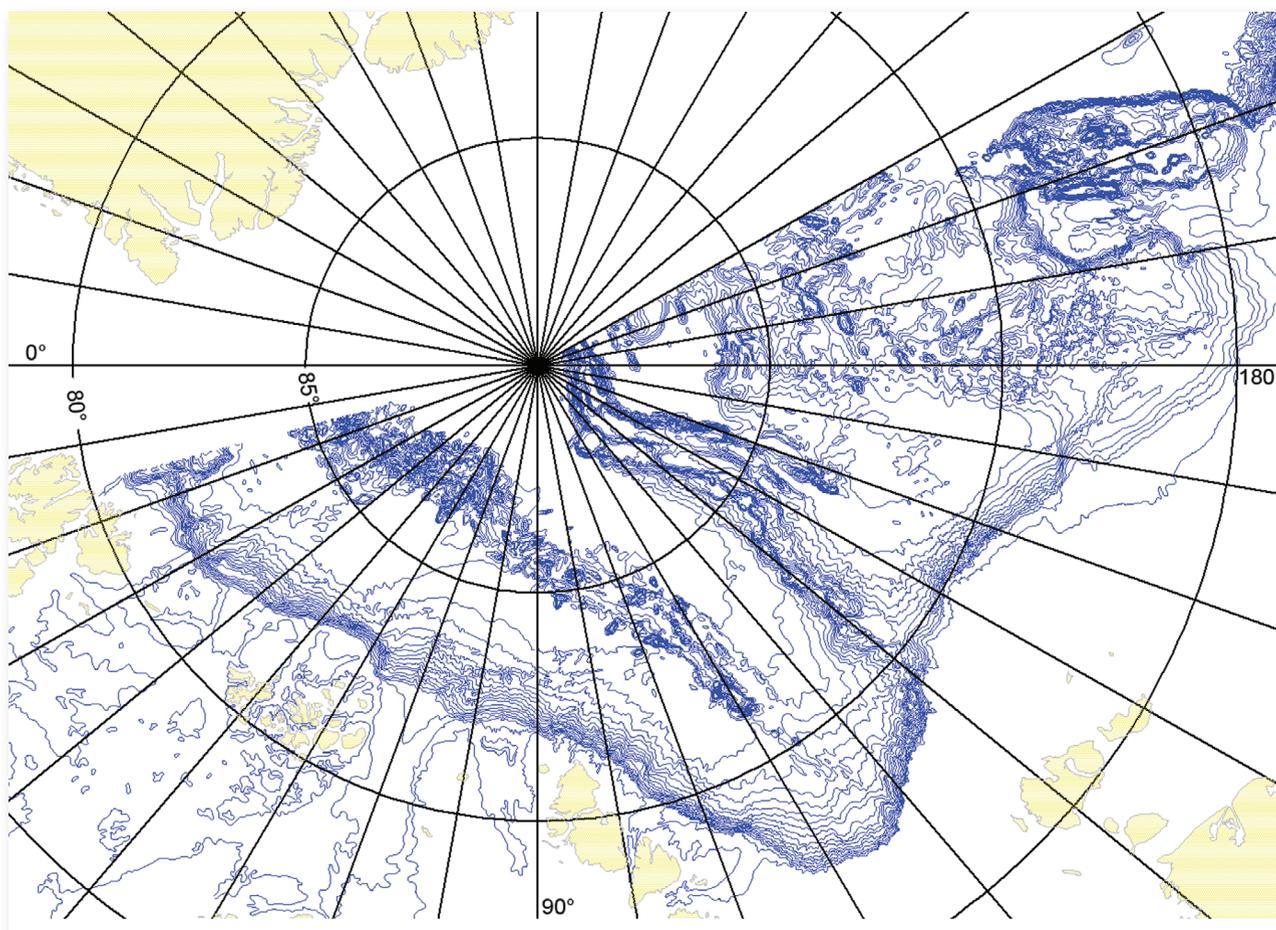


Рис.1  
Фрагмент батиметрической карты Арктического бассейна

Рекомендациям Комиссии ООН по первой заявке России на расширенный континентальный шельф. Рельеф дна орографической и батиметрической карт показывает, что наиболее оптимальное взаимное отстояние исследуемых батиметрических профилей континентальных окраин для определения положения точек ПКС и изобаты 2500 м порядка 5 – 10 морских миль [8,10].

Представленные выше особенности рельефа и режима седиментации Арктического бассейна отражают характеристику одного из элементов окраины – континентального подножия, как основу определения базового параметра ВГКШ – ПКС.

Обоснование положения континентальных окраин Арктического бассейна по результатам геоморфологических исследований, как того требует Конвенция, достаточно подробно рассмотрено опубликованными ранее работами отечественных специалистов [1,2,5,6,8,9,11,12]. Принимая за основу определения ВГКШ геоморфологические критерии, требуемые Конвенцией, необходимо учитывать

также общеизвестные в мировой практике батиметрические диапазоны границ пассивных континентальных окраин, без учёта которых определение границ, а соответственно и положения континентальных окраин, не имеет смысла. Батиметрические диапазоны границ пассивных континентальных окраин, начиная с середины прошлого века, неоднократно рассматривались работами отечественных и зарубежных специалистов и наиболее подробно рассмотрены обобщающими работами Кеннетта [3].

При исследовании рельефа Арктического бассейна значительный интерес представляют результаты морфометрического анализа по определению положения геоморфологических провинций и границ разнопорядковых форм бассейна (даже вне связи с определением положения континентальной окраины) в диапазоне угловых характеристик внешних границ окраин, в том числе и континентального подножия. Морфометрический анализ базы батиметрических данных выполнен с использованием программных продуктов “GeoCap”

и “Caris Lots” в пределах диапазонов установленных (и определённых для бассейна) угловых характеристик континентальной окраины. Кроме указанных программных продуктов для определения необходимых диапазонов угловых характеристик, Каврайским А.В. разработана методика определения ОКС с применением геоморфологического анализа батиметрических данных от абиссальных равнин до ПКС [5]. Из определения континентального подножия следует, что в рельефе оно представлено пологой наклонной равниной, наложенной одновременно на склон и абиссальную равнину. Подножие относится к области максимальной аккумуляции осадков континентальной окраины, и его относительно выровненная поверхность по простиранию до абиссальной равнины осложнена аккумулятивными формами рельефа. Абиссальные равнины также представлены относительно выровненной поверхностью с незначительными (как правило) аккумулятивными осложнениями. При наличии незначительных аккумулятивных форм на внешних границах континентальной окраины необходима аппроксимация батиметрических данных для определения генерального простирания склона, подножия и абиссальной равнины, в результате чего зона пересечения прямых склона с подножием и является ОКС, в пределах которой последующими построениями (соответствующими Руководству Комиссии 1999 г.) и определяется базовый параметр ВГКШ – ПКС. Диапазоны необходимых угловых характеристик от абиссальных равнин до ПКС получены по результатам математической обработки и геоморфологического анализа батиметрических профилей базы ретроспективных батиметрических данных России и полевых исследований 2010 г. в Арктике.

База ретроспективных батиметрических данных России по глубоководному Арктическому бассейну содержит более 130000 измерений глубин. Характеристика этой базы данных, в том числе и частота измерений глубин различных геоморфологических провинций бассейна, достаточно подробно представлены в одном из предыдущих номеров данного издания [6]. Результаты экспедиционных работ 2010 и 2011 годов показали высокую (более 75%) сходимость результатов промера ГМЛЭ с глубинами базы ретроспективных батиметрических данных России, и за основу геоморфологического анализа рельефа и результирующих построений в этом исследовании нами принята отечественная база ретроспективных батиметрических данных. Широко рекламируемая и рекомендуемая специ-

алистами смежных областей исследований международная база батиметрических данных (ИВСАО) имеет значительные разночтения глубин с базой батиметрических данных России [15]. Сходимость глубин этой базы с результатами промера ГМЛЭ 2010 г. составляют менее 50 % (особенно на районы ОКС), и для документального обоснования приарктических государств на расширенный континентальный шельф она не может быть использована. Картографические построения и исследование рельефа с использованием этой базы данных возможны лишь в масштабе 1:5000000 и мельче, что полезно для общенаучных исследований, где реальные границы и морфометрические характеристики разнопорядковых форм рельефа не столь важны.

Рассмотрим диапазоны угловых характеристик разнопорядковых форм рельефа, границ геоморфологических провинций и континентальных окраин Арктического бассейна, необходимых для последующего морфометрического анализа базы батиметрических данных.

По определению, континентальное подножие в рельефе представлено пологой наклонной, в направлении абиссали, равниной с углами наклона дна от 20' до 30', наложенной одновременно на склон и абиссальную равнину. Несмотря на то, что зона ОКС по определению также относится к подножию, верхняя граница подножия, соответствующая нижней границе ОКС, определяется изменением угла наклона дна фоновой поверхности подножия в направлении склона. Следуя далее в направлении ПКС, углы наклона дна в зоне ОКС, в зависимости от режима седиментации, на протяжении нескольких десятков км могут изменяться в небольших пределах (до 10'), и в этом случае на гладком вогнутом профиле определить верхнюю границу ОКС весьма сложно. Как правило, на континентальных окраинах с повышенным режимом седиментации и относительно небольшими углами наклона континентального склона ее положение соответствует точке с углами наклона дна не более 45'.

Анализ батиметрических профилей показал, что континентальное подножие Евразийского суббассейна представлено в рельефе пологой наклонными равнинами в котловинах Нансена и Амундсена в диапазоне угловых характеристик от 5' (на границе с абиссальными равнинами) до 25' (нижняя граница ОКС). Следуя далее в направлении ПКС, диапазон углов наклона дна от 25' до 30' определяет районы нижней границы ОКС, протяженность которой на батиметрических профилях, как правило, незначительна и зависит от регионального режима

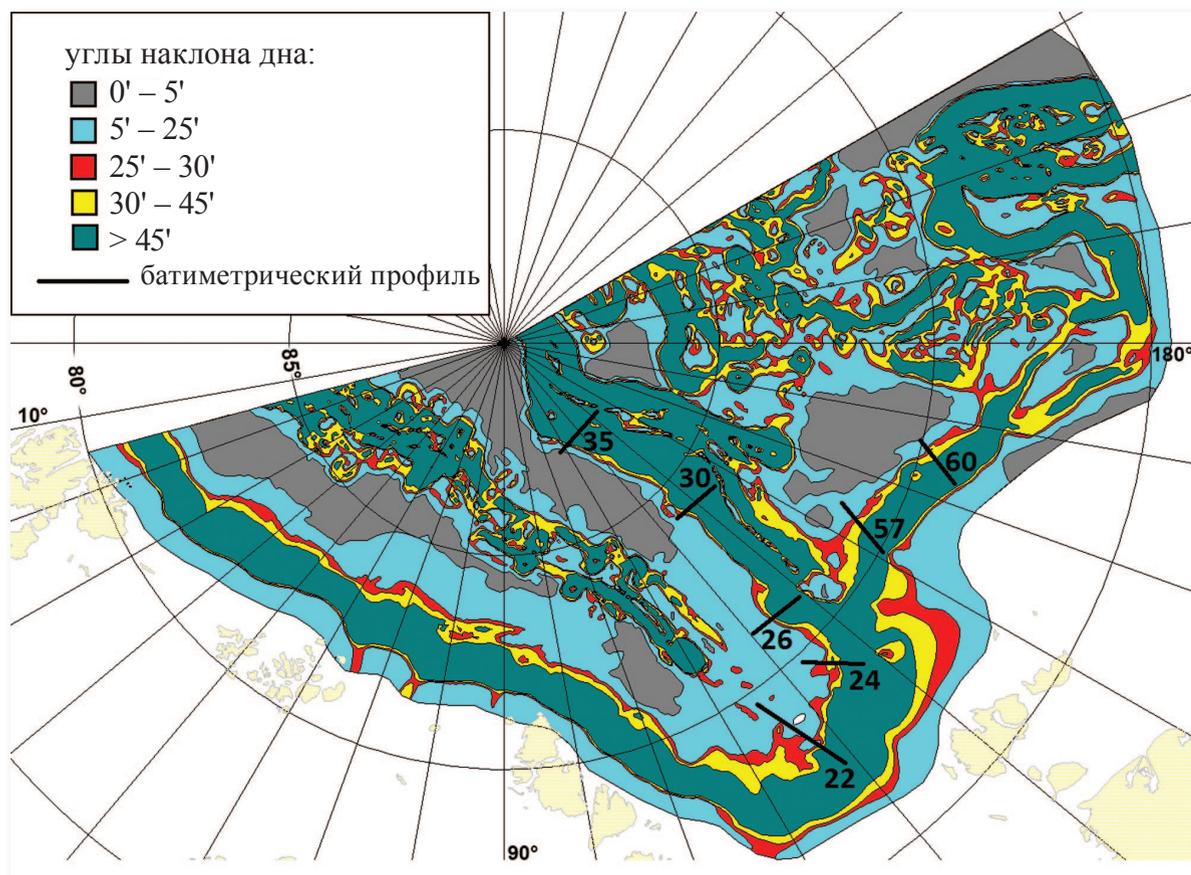


Рис. 2  
Фрагмент схемы углов наклона дна Арктического бассейна  
в диапазонах от 0' до 45'

седиментации. Далее, в этом же направлении на батиметрических профилях установлена основная зона ОКС в диапазоне угловых характеристик от 30' до 45', где точки профиля с углом наклона дна 45' соответствуют верхней границы ОКС. Ширина этой зоны может достигать несколько десятков км и полностью зависит от режима седиментации. Результаты анализа батиметрических профилей показали, что ПКС при региональном повышенном режиме седиментации континентальных окраин (например Баренцево-Карской и Лаптевоморской), определяется в точке профиля с углами наклона дна не более 45'. По результатам математического моделирования и морфологического анализа батиметрических профилей Арктического бассейна установлены диапазоны угловых характеристик, соответствующие положению указанных выше границ, необходимые для морфометрического анализа базы батиметрических данных с использованием пакета программ "GeoCap": 5'–25'; 25'–30'; 30'–45' и более 45'.

Результаты морфометрического анализа базы батиметрических данных России в указанных диа-

пазонах угловых характеристик разнопорядковых форм представлены схемой на значительную часть акватории Арктического бассейна (рис.2). На этой же схеме представлено положение некоторых батиметрических профилей 2010 года, контролирующими результаты морфометрического анализа базы ретроспективных батиметрических данных. Эта схема предназначена для определения границ разнопорядковых форм и элементов рельефа провинций бассейна, без учёта батиметрической составляющей этих границ.

Результаты исследования однозначно определили положение бровки шельфа, граница которой на значительной части бассейна узкой полосой определяется изменением угла наклона дна от 30' до 45' (рис.2). Исключение составляет юго-восточный район Лаптевоморской континентальной окраины и зоны сопряжения хребта Ломоносова с континентальной окраиной Евразии, где значительно увеличивается ширина зоны перехода от шельфа к склону в диапазоне угловых характеристик от 25' до 45'. Результаты анализа показали также положение

и морфометрические (угловые диапазоны) характеристики шельфовых желобов Баренцево-Карской континентальной окраины (рис.2). Значительный интерес для исследований представляет положение бровки шельфа при прерывистом склоне в районе поднятия Менделеева (от 170° вост. долготы до 180°), где углы наклона дна на профилях не превышают 45' (практически лишены склона), а само поднятие по простиранию представлено серией наклонных террас с углами наклона дна в диапазоне 5'–25', что подтверждает результаты морфологического и морфометрического анализа базы батиметрических данных, представленных на орографической карте [8].

Положение склона и границ подножия, в угловых диапазонах, полученных по результатам анализа батиметрических профилей для морфометрического анализа базы ретроспективных батиметрических данных показывают распределение и границы этих элементов рельефа в Евразийском и Амеразийском суббассейнах. Однако для дальнейшего предметного анализа полученных результатов, с учётом геоморфологической основы исследований (требуемой Конвенцией), необходима также и батиметрическая составляющая.

Исследования Мирового океана показали, что морфологические границы континентальных окраин должны соответствовать общепринятому в мировой практике определённому батиметрическому диапазону, характерному для каждого типа окраин, и результаты этих исследований обобщены в работе Кеннетта [3]. Установлено, что границы пассивных континентальных окраин по морфологическим признакам и батиметрическому положению находятся в зоне сопряжения континентального подножия с абиссальной равниной, на глубинах более 4000 м. Этот же батиметрический уровень представлен и графическими приложениями Руководства Комиссии 1999 года [7]. Далее, в направлении бровки шельфа, континентальный склон сопряжён с континентальным подножием в зоне основания континентального склона на глубинах более 3500 м, углами наклона дна порядка 20' и более, что соответствует границе батимальных и абиссальных зон Мирового океана и средней высоте континентального склона пассивных континентальных окраин [3].

Анализ батиметрических профилей позволил установить среднее значение ПКС в Евразийском суббассейне 3450 м, что соответствует результатам исследований других районов Мирового океана и в комплексе с её полным составом (склон, подножие) позволяет определить положение и непрерывность континентальной окраины этого

суббассейна в рельефе (рис.2), [5,11]. Аналогичный анализ батиметрических профилей был выполнен и в Амеразийском суббассейне, который определил среднее значение ПКС в котловине Подводников на глубине 2420 м. Результаты промера 2010 г. откорректировали эту границу, и среднее значение её положения установлено на глубине 2500 м. Тем не менее, эти значения не соответствуют установленному батиметрическому диапазону ПКС, и в соответствии со ст.76 Конвенции в котловине Подводников определение положения внешней границы континентальной окраины лишено смысла. Здесь целесообразно интерпретировать границу диапазона 2420 м – 2500 м, как границу склона впадины Подводников, но никак не подножие континентального склона. В противном случае это противоречит геоморфологическим критериям, принятым Конвенцией.

Результаты анализа рельефа провинции хребтов и поднятий Амеразийского суббассейна с использованием базы батиметрических данных России в контексте требований Конвенции детально рассмотрены отечественными специалистами и опубликованы в многочисленных работах [1,2,5,6,8-14]. Последнюю из опубликованных работ настоящего издания можно рассматривать как итог очередного этапа геоморфологических исследований бассейна и обоснование провинции хребтов и поднятий как естественного продолжение противоположащих континентов океана [6].

К сожалению, рамками статьи невозможно представить в необходимых деталях результаты опубликованных исследований. Однако для представления схемы угловых характеристик рельефа, необходимо дать краткую характеристику провинции хребтов и поднятий Амеразийского суббассейна.

Амеразийский суббассейн в рельефе представляет единую орографическую систему противоположных по знаку разнопорядковых форм преобладающего батимального диапазона глубин, морфологически связанных между собой и противоположащими континентами в батимальном диапазоне глубин.

Провинция хребтов и поднятий представлена тремя подпровинциями: краевым поднятием (хребет Ломоносова); системой поднятий, состоящей их хребта Альфа и поднятий Менделеева, Чукотского, Нортуинд. Разделяющая обе подпровинции осевая Русская депрессия представлена серией впадин, батимальных и абиссальных террас, с последовательным увеличением их батиметрического уровня от континентов в северном направлении на 500 м [1,2,5,6,8-14]. Установлено, что называемые прежде

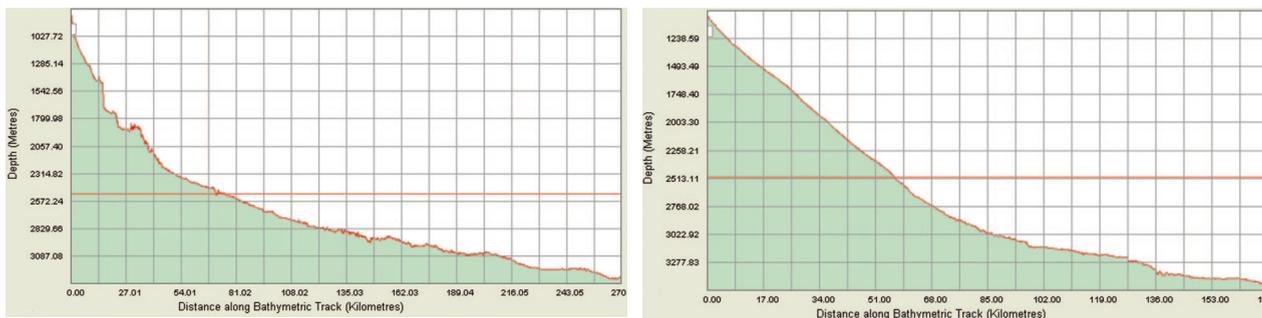


Рис. 3.  
Батиметрические профили 22 и 24

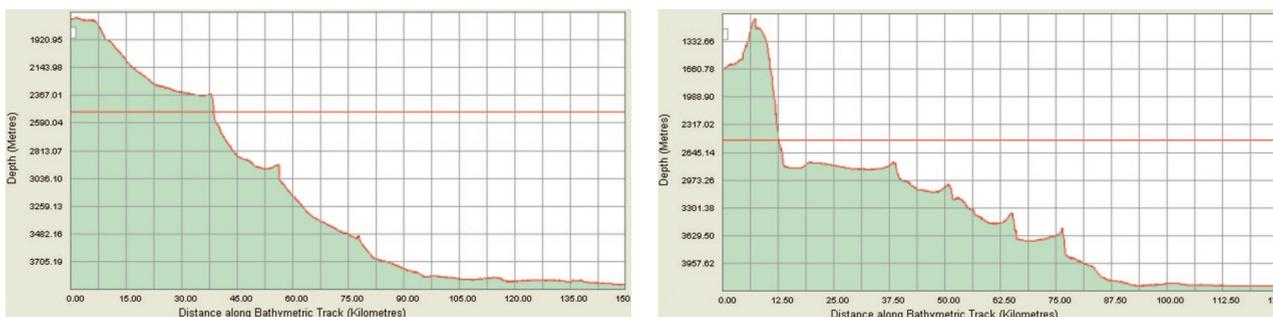


Рис. 4.  
Батиметрические профили 26 и 30

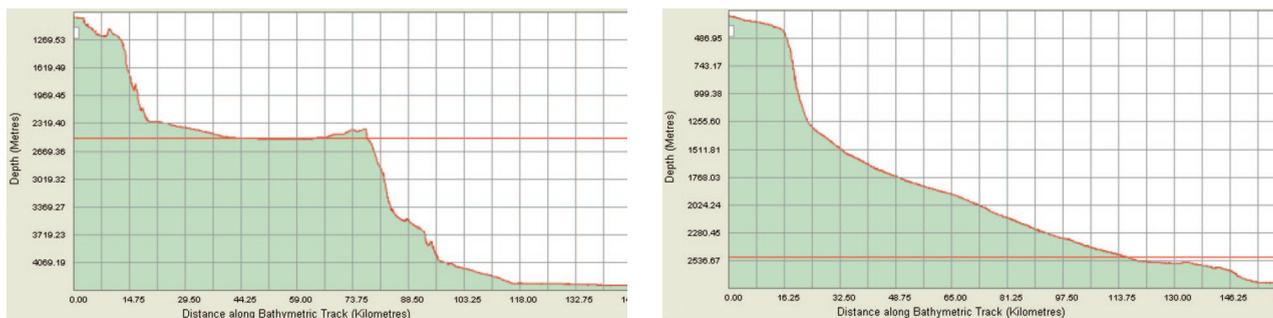


Рис. 5.  
Батиметрические профили 35 и 57

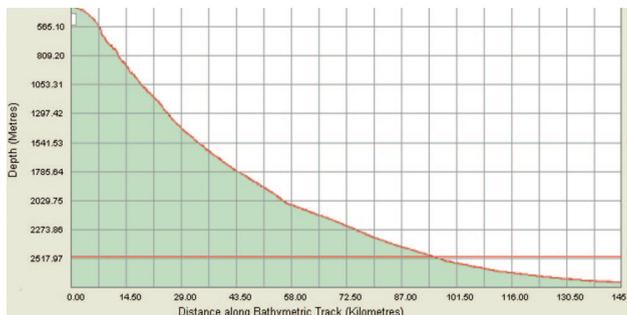


Рис. 6.  
Батиметрические профили 60

впадины Подводников, в рельефе представляют террасы батимальных (2800 м) и абиссальных (3300 м) равнин, разделённые 500 метровой ступенью. Именно вторая, мористая терраса с глубинами 3300 м (в соответствии с установленными диапазонами границ пассивных континентальных окраин) и может служить районом для определения внешней границы континентальной окраины, с последующим определением ПКС, исключительно по формальным признакам.

Результаты морфоструктурного анализа провинции хребтов и поднятий, проведённого совместно с Погребницким Ю.Е. показали, что рельеф дна этого суббассейна представляет сочетание блоковых и сводово-блоковых останцов оседания и наложенных на континентальный субстрат депрессий. Последние характеризуются центральной симметрией, нередко подчёркнутой радиальными приразломными желобами и прибортовыми вулканическими грядами [9]. Блоки оседания и депрессии согласованно погружаются от континентов к центру Амеразийского суббассейна, где образуют приполюсную седловину. Со стороны Евразии до седловины выделяется обширный Сибирско-Чукотский выступ оседания, состоящий из блоков батимального уровня оседания. С противоположного континентального продолжения наблюдается аналогичный по строению Элсмирский выступ оседания. [9]. Для этой провинции необходимо также отметить уверенную корреляцию рельефа, представленного схемой угловых характеристик с аномальным магнитным полем мозаичного характера, соответствующего континентальному типу коры, подвергаемому деструкции (рис.2) [9]. В контексте требований Конвенции и результатов геоморфологического анализа базы батиметрических данных эту провинцию следует рассматривать как единое орографическое образование, естественное продолжение противоположащих континентов в океан, в пределах которой определение внешней границы континентальной окраины лишено смысла. [9]. Интересным представляется тот факт, что результаты сейсмических исследований России в Арктике 2011 года подтвердили эти выводы. Исследования восточного склона хребта Ломоносова и западного склона поднятия Менделеева показали наличие тектонических сбросов, отражающих 4 – 5 импульсов тектонической активности. В рельефе это нашло отражение в последовательном погружении дна батимальной и абиссальной террас Подводников и впадины Макарова с амплитудой 500 м.

Существующему мнению оппонентов, приверженцев различных и весьма сомнительных геодинамических интерпретаций рельефа следует ещё раз напомнить, что требуемые Конвенцией современные границы ВГКШ определяются в пределах современного положения континентальной окраины, но никак не в отдалённые геологические эпохи и по этой причине различного рода геодинамические модели здесь не уместны.

В соответствие с предложенной тематикой рассмотрим результаты морфометрического анализа базы батиметрических данных Евразийского суббассейна.

Представленная схема угловых характеристик континентальной окраины составлена по результатам объективного анализа базы батиметрических данных России и отображает положение границ элементов окраины: верхней и нижней границ континентального склона; верхней и нижней границ основания континентального склона (ОКС) и границу континентального подножия с абиссальными равнинами (рис.2). Положение границ элементов континентальной окраины соответствует аналогичным границам на представленных батиметрических профилях промера 2010 года, и дополнительных разъяснений по определению зоны ОКС, вероятно, не требуется (рис.3–6). Наибольший интерес представляют границы зоны ОКС в диапазоне углов наклона дна от 25' до 45'. Схема показывает, что ширина зоны ОКС Баренцево-Карской и западной части Лаптевоморской континентальных окраин значительно превышает ширину зоны ОКС континентального подножия краевого поднятия (хребта Ломоносова) Амеразийского суббассейна. Вероятная причина морфологического различия зон ОКС объясняется существенным различием режима седиментации котловин Нансена и Амундсена, а также более крутым (до 18') склоном хребта Ломоносова. В котловине Амундсена зона ОКС и континентальное подножие хребта Ломоносова характеризуются относительно небольшой шириной и, как показывают результаты дрейфующей станции СП-24, а также результаты полевых работ 2010 и 2011 годов (структура осадочного чехла), в большинстве районов котловины крутой континентальный склон хребта сопряжен с абиссальной равниной в точках профиля с углами наклона дна более 1', определяя положение точки ПКС.

При анализе батиметрических профилей следует обратить внимание также на увеличение ширины нижнего диапазона (25'–30') ОКС в юго-

западном районе Лаптевоморской окраины и в районах шельфовых желобов, что объясняется повышенным режимом седиментации этих районов (рис.2).

В силу указанных выше доказательств и опубликованных результатов исследований, провинция хребтов и поднятий Американо-Азиатского суббассейна определяется нами как естественное продолжение противоположащих континентов в океан. По этой причине здесь не рассматривается специфика форм в пределах установленных угловых характеристик. Однако в комплексе с результатами геофизических исследований указанные построения достаточно интересны.

В данной работе мы не рассматривали предметно определение ПКС, но по результатам исследований 2010 и 2011 годов можно сделать некоторые выводы.

В соответствии с требованиями Конвенции ОКС определяется по результатам математического анализа батиметрических данных и последующего геоморфологического анализа, а ПКС исключительно по результатам математического анализа глубин. Однако при интенсивном расчленении рельефа и специфике региональной седиментации в Арктическом бассейне для определения ПКС на континентальной окраине необходим совместный анализ результатов батиметрических и сейсмических исследований. Результаты сейсмических работ 2011 года показали, что геоморфологические критерии в комплексе с математическим анализом далеко не всегда однозначны в условиях повышенного режима седиментации и требуют корректуры (и иногда значительной) при определении ПКС с учётом характеристики осадочного чехла. Аналогичные выводы получены при исследовании батиметрических профилей хребта Ломоносова и сейсмических исследований дрейфующей станции СП-24.

#### Литература

1. Алексеев С.П., Грамберг И.С., Комарицын А.А., Нарышкин Г.Д. Арктический шельф России – новые представления о рельефе дна бассейна. Навигация и Гидрография, 2001. №12. С.9–13.
2. Грамберг И.С., Нарышкин Г.Д. Особенности рельефа дна Арктического глубоководного бассейна Северного Ледовитого океана // Геологическое строение и геоморфология Северного Ледовитого океана в связи с проблемой внешней границы континентального шельфа Российской Федерации в Арктическом бассейне. СПб. 1999. С. 53–72.
3. Кеннетт Дж. Морская геология: В 2-х т. Пер. с англ. М.: Мир, 1987.
4. Конвенция ООН по Морскому Праву. Нью-Йорк, 1984.
5. Нарышкин Г.Д., Комарицын А.А., Каврайский А.В., Нестеров Н.А., Опарин А.Б., Фридман Б.С. Геоморфологические аспекты внешней границы континентального шельфа России в Арктике. СПб. ГУНиО МО РФ. 2005, С.60
6. Нарышкин Г.Д., Фридман Б.С., Алексеев С.П., Костенич А.В. Решение проблемы делимитации Арктического бассейна по результатам гидрографических исследований. М. Арктика: экология и экономика №3, 2011, С.36–47.
7. Научно – техническое Руководство Комиссии по границам континентального шельфа. Пятая сессия. Нью-Йорк, 3–14 мая 1999г. С. 90
8. Орографическая карта Арктического бассейна. Масштаб 1:5 000 000 Отв. ред. Грамберг И.С., гл. ред. Нарышкин Г.Д., Хельсинки, Карттаексус, 1995.
9. Объяснительная записка к картам Арктического бассейна: Орографическая карта Арктического бассейна, Рельеф дна Северного Ледовитого океана. СПб. 1999. С. 39
10. Рельеф дна Северного Ледовитого океана. Масштаб 1:5 000 000, проекция стереографическая. ГУНиО МО, ВНИИОкеангеология, РАН, СПб. 1998.
11. Фридман Б.С. Результаты гидрографических исследований и картографирование рельефа дна Арктического бассейна для определения внешней границы континентального шельфа России в Арктике. СПб., Наука, 2007. С. 207 (монография).
12. Фридман Б.С. Континентальная окраина Арктического бассейна в контексте базовых параметров внешней границы континентального шельфа России. 2007. // Геодезия и картография. 2006. №12. С. 10–21.
13. Фридман Б.С. Методика определения подножия континентального склона в Арктическом бассейне для реализации требований Конвенции ООН по морскому праву./Геодезия и картография. 2007. №3. С 39–48.