

Рельеф дна Печорского моря¹

Владимир Ю. Бирюков, Станислав А. Огородов

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова; e-mail: ogorodov@aha.ru

Введение

Освоение шельфа Печорского моря с целью добычи нефти и газа требует строительства морских портов, подходных каналов, искусственных островов, буровых платформ, терминалов, наземных и подводных трубопроводов. Для выбора оптимального расположения гидротехнических сооружений с точки зрения их безопасности и минимизации негативных воздействий на геосистемы шельфа необходимо учитывать геоморфологическое строение дна.

Данное исследование является результатом анализа составленной ранее Геоморфологической карты-схемы дна Печорского моря масштаба 1:1 000 000 и не ставит задачу реконструкции колебаний уровня моря. В ее основу положена батиметрическая карта, полученная на базе морских навигационных карт масштаба 1:500 000 с привлечением карт масштаба 1:200 000. Карта-схема обладает высокой информативностью, детально показывает рельеф дна и дает четкое представление о морфологии, структурно-геоморфологическом строении шельфа Печорского моря и истории его развития.

Для нанесения геоморфологической нагрузки разработана морфогенетическая легенда, охватывающая все представленные в данном масштабе типы и формы рельефа дна. С целью уточнения генезиса отдельных форм рельефа также были

привлечены архивные и литературные источники по геологии и геоморфологии региона. На основе детального анализа батиметрии дна на шельфе, помимо гидрогенного морского, выделены участки с хорошо сохранившимся субаэральным рельефом (талвеги и борта древних эрозионных форм, затопленные береговые валы, лагунные понижения), а также элементы структурного и гравитационного рельефа (уступы, трюги). В пределах поверхности дна моря выделено 4 морфогенетических комплекса, которые подробно разобраны в тексте работы.

Формирование рельефа

Формирование рельефа дна Печорского моря происходило в соответствии со структурным планом региона. Среди крупных положительных морфоструктур шельфа здесь выделяются Колгуевская возвышенность и Печоро-Колвинский мегавал (Мельников, Спесивцев, 1995). Они разделены Восточно-Колгуевским прогибом. В южной части Печоро-Колвинский мегавал осложнен Малоземельской и Усть-Печорской депрессиями. К востоку от мегавала располагается Восточно-Печорская впадина с локальными поднятиями (Гуляевский вал, Медынский вал, вал Сорокина). С севера впадину и мегавал ограничивает Южно-Новоземельский желоб.

Четвертичные отложения, характерные для различных морфоструктур мелководья

¹ Работа выполнена при поддержке ИНТАС, проект 1489

Печорского моря, имеют преимущественно морской и гляциоморской генезис (М е л ь н и к о в, С п е с и в ц е в, 1995). В зависимости от структурного плана их мощность колеблется от 10 до 100 м. Осадки межледниковий сохранились только в депрессиях, на положительных структурах – отсутствуют. Большую часть разреза, определенного по результатам бурения, слагают средне- и позднеплейстоценовые глины и суглинки с примазками гидротроилита, редкими включениями гальки, гравия, раковинного детрита, отдельными песчаными прослоями. В депрессиях под глинисто-суглинистой толщей среднего и позднего плейстоцена залегают мелкозернистые пески нижнеплейстоценового возраста, средняя мощность которых около 30 м. На мелководьях с поверхности разрез представлен голоценовыми мелкозернистыми песками и супесями мощностью 1-5 м. На участках выхода на поверхность дна глинистой толщи, в результате ее размыва, местами формируется отмостка из крупнообломочного материала. Поверхностные осадки глубоководной части Печорского моря образуют в основном пелитовые илы.

Рельеф дна Печорского моря – результат взаимодействия суши и Северного Ледовитого океана, испытавшего значительные колебания уровня в плейстоцено-голоцене. В рельефе дна Печорского моря по геолого-геоморфологическим признакам можно выделить относительно молодой рельеф позднеплейстоцен-голоценового возраста и более древний – вероятно допозднеплейстоценового возраста (Л а с т о ч к и н, 1982). Условная граница между ними проходит на глубинах около 50-60 м. Молодой рельеф начал формироваться в период позднеплейстоценовой регрессии, когда нынешний внутренний шельф переживал последнюю стадию субэврального развития с эрозийной переработкой. Затем, в результате послеледниковой трансгрессии субэвральные рельефы были частично преобразованы волновой и приливной деятельностью. Допозднеплейстоценовый рельеф, не смотря на заметную расчлененность, выглядит более сглаженным благодаря

действию течений и аккумуляции илистого материала. В современных условиях этот рельеф формируется течениями различного генезиса, а более молодой – процессами, связанными с волновой и приливной деятельностью.

Таким образом, учитывая историю развития и современные литодинамические условия, в пределах дна Печорского моря выделены следующие типы рельефа (рис. 1): 1) прибрежно-аккумулятивный; 2) аккумулятивно-абразионный; 3) абразионно-аккумулятивный; 4) глубоководно-аккумулятивный. Первые два типа относятся к молодому рельефу, а третий и четвертый – к более древнему.

Типы рельефа

Прибрежно-аккумулятивный рельеф представлен в губах Печорского моря: Печорской, Паханческой, Перевозной, Хайпудырской, Колоколкова (рис. 1). Мелководные губы являются ловушками для терригенного материала, поступающего за счет термоабразии берегов, твердого стока рек и материала, переносимого вдольбереговыми потоками и приливами из открытого моря. Обширные прибрежные участки представлены здесь песчаными, реже илистыми осушками, формирующимися под действием приливных и сгоннонагонных колебаний уровня. Плоский аккумулятивный рельеф днищ губы осложнен желобами и долинами различного генезиса. Как правило, это субэвральные формы, в которых концентрируются поддерживающие их стоковые и разрывные течения.

Самая большая из перечисленных губ – Печорская. От открытого моря ее отгораживает полуостров Русский Заворот и острова Гуляевские Кошки. По характеру распределения глубин Печорскую губу обычно подразделяют на две крупные части: мелководную северо-западную и более глубокую восточную. Вся северо-западная часть Печорской губы занята обширным и еще малоисследованным мелководьем с преобладающими глубинами 1-3 м. Вероятно данное мелководье располагается на месте древней дельты Печоры, которая формировалась здесь в период послеледниковой трансгрессии при стоянии уровня моря на 8-10 м ниже современного. Проливы между островами

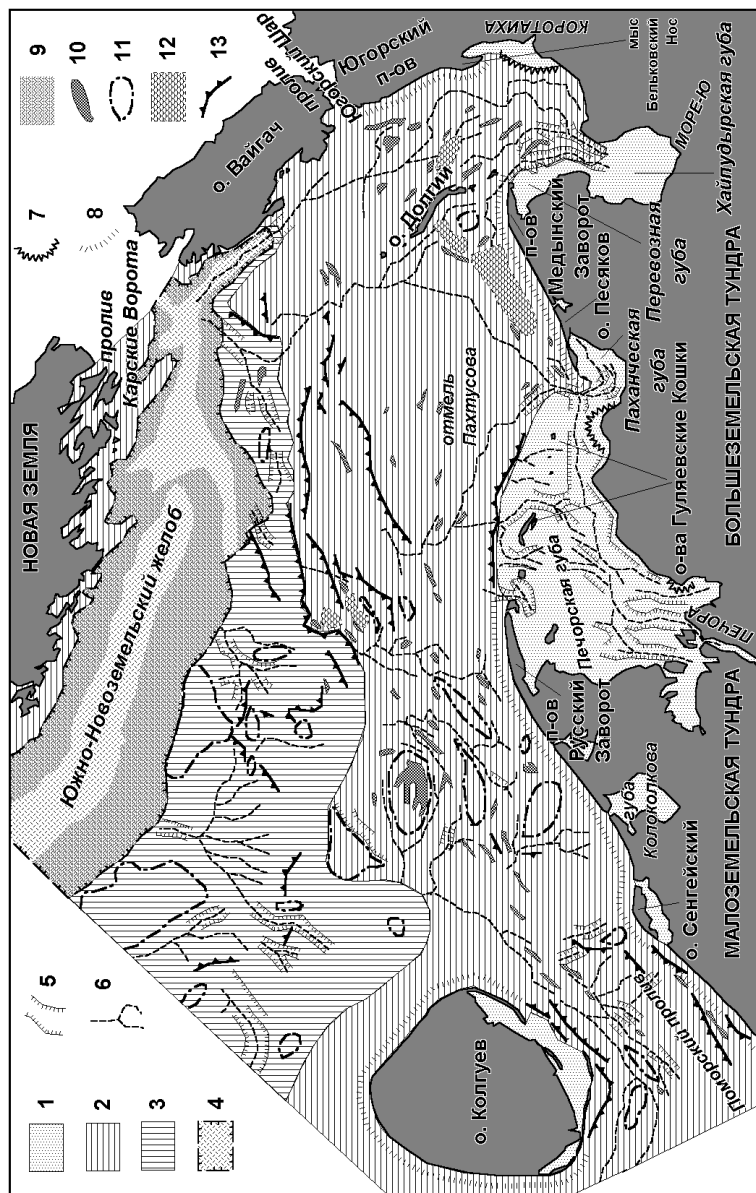


Рис. 1. Геоморфологическая схема дна Печорского моря. Условные обозначения: 1 – Прибрежно-аккумулятивный (Q_{IV}): осушки стонные, дна мелководных (глубиной от 0 до 10 м) губ-заливов и лагун; 2 – аккумулятивно-абразионный (Q_{III-V}): абразионные и абразионно-аккумулятивные морские равнины (глубиной от 0 до 50-60 м) с сохранившейся субаэральной моделировкой и фрагментами позднеплейстоцен-голоценовых береговых форм; 3 – Абразионно-аккумулятивный ($N-Q_{II}$): холмисто-западинные морские равнины (глубиной от 50-60 до 100 м) со следами допозднеплейстоценовой субаэральной переработки; 4 – Глубоководно-аккумулятивный ($N-Q_{II}$): аккумулятивные морские равнины (с глубинами свыше 100 м) в областях длительной тектонического погружения. **Формы и элементы рельефа.** Фрагменты древней субаэральной эрозионно-долинной сети; 5 – борта долин; 6 – тальвеги. Субаквальный и структурно-тектонический рельеф: 7 – авандельты; 8 – подводный береговой склон; 9 – склоны структурно-тектонического происхождения; 10 – аккумулятивные формы (древние береговые валы, затопленные бары, гряды гидрогенной аккумуляции и др.); 11 – структурно обусловленные положительные формы; 12 – днища древних лагун и заливов; 13 – уступы различного генезиса

и отмелями Гуляевских Кошек осложнены крупными ложбинами с глубинами до 10 м и более, развивающимися здесь под действием приливо-отливных течений. При выходе ложбин на мелководье губы формируются так называемые проливные дельты (Морская геоморфология, 1980).

Фарватер губы с глубинами до 6-13 м – затопленная пра-долина р. Печоры (Ласточкин, 1982) – начинается у современной дельты р. Печоры, далее проходит вдоль берегов Большеземельской тундры и от острова Песяков выходит в открытое море. На выровненном дне долины выделяются отдельные валообразные аккумулятивные формы высотой 0.6-1.0 м, часть из которых имеет, возможно, реликтовое происхождение и образовалась при более низком стоянии уровня моря. Характерно, что при выходе из губы к северу от восточных островов Гуляевских Кошек затопленная долина Печоры сменяется морфологически хорошо выраженным конусом выноса с минимальными глубинами в его вершине 4.5-5.0 м.

В южной части губы напротив устья главного рукава р. Печоры (Большой Печоры) расположен ее современный устьевой бар, прорезаемый тремя крупными русловыми ложбинами. Внешний склон авандельты Печоры обращен своей наиболее выпуклой частью к северо-востоку, южное ее крыло плавно переходит в мелководную аккумулятивную равнину Болванской губы.

Аккумулятивно-абразионный рельеф занимает мелководья открытой части Печорского моря до отметок 50 (в районе о. Колгуев – 60) м (рис. 1). Помимо форм рельефа гидрогенного происхождения, здесь сохранились крупные фрагменты суб-арального рельефа позднего плейстоцена – раннего голоцена.

Берега, открытые для волновой переработки, имеют хорошо выраженный выпукло-вогнутый подводный склон, типичный для термоабразионных побережий. Его высота и уклоны зависят от литологических и гидрологических характеристик побережья. Так, у берегов Югорского полуострова, на участке пролив Югорский Шар – мыс Бельковский Нос, подводный

береговой склон достигает глубины 8-10 м, а его уклон равен 0.005. Южнее мыса его перекрывает авандельта р. Кортаихи и далее, до восточной оконечности полуострова Медынский Заворот, в результате интенсивной аккумуляции в этом районе, подводный склон теряет свою морфологическую выраженность. На участке п-ов Медынский Заворот – о. Песяков высота подводного берегового склона варьирует в пределах 7-10 м, а уклоны – в пределах 0.003-0.005. Причем, высота и уклоны уменьшаются к о. Песяков. Подводный береговой склон Тиманского берега по своим параметрам заметно отличается от подводного склона побережья Большеземельской тундры. Его высота здесь увеличивается до 10-17 м, а уклоны – до 0.005-0.007. Подводный склон острова Колгуев имеет высоту 15-20 м, уклоны меняются от 0.007 до 0.010.

На глубинах 8-10 м подводный береговой склон (в районе о. Колгуев на глубинах 15-20 м) переходит в пологую аккумулятивно-абразионную морскую равнину. Поверхность ее слабо приподнята в центральной части (отмель Пахтусова) и постепенно снижается в западном, северном и северо-восточном направлениях.

В рельефе равнины сохранились слабые следы эрозии рек субарального периода, имевшего место на шельфе в позднем плейстоцене. Ориентировка тальвегов позволяет судить о том, что сток рек осуществлялся в сторону Южно-Новоземельского желоба, а так же, что гидросеть перестраивалась. Затопленное русло пра-Печоры при выходе на шельф открытого моря раздваивается. Один тальveg уходит на северо-запад и прослеживается до глубины 25-27 м. Второй – на северо-восток, далее – на север, затем на глубине 53-56 м снова разворачивается на северо-восток в сторону пролива Карские ворота и, прорезав борт, теряется в Южно-Новоземельском желобе.

Еще одна система тальвегов сохранилась в рельефе дна между о. Долгий и западным побережьем Югорского п-ова. Они принадлежат руслам пра-рек, ныне существующих р. Кортаиха и р. Море-Ю. Один из тальвегов

прослеживается с глубин около 10 м в северном направлении и уходит в каньон, заложный вдоль западного берега о. Вайгач и открывающийся в Южно-Новоземельский желоб. Другой тальвег начинается в горле Хайпудырской губы и, меандрируя вдоль берегов Югорского пролива, уходит на северо-запад. В створе с проливом Югорский шар он пересекает первый тальвег и на глубине 27 м теряется.

На поверхности равнины также хорошо выражены и субаквальные формы рельефа. В центральной части равнины (отмель Пахтусова), и к востоку до берегов Югорского полуострова глубины не превышают 25 м. Поверхность субгоризонтальная, со слабыми уклонами (от 0.0002 до 0.0006) к западу и северу, с единичными аккумулятивными формами, число которых увеличиваются на юго-востоке равнины. Аккумулятивные субаквальные формы (гряды, косы) имеют относительную высоту не больше 1 м. По-видимому, для этой центральной части равнины с глубинами до 25 м ведущим процессом рельефообразования является абразионно-аккумулятивное выравнивание. На глубинах 40-45, 28-30, 12-15 м выделены днища затопленных лагун, свидетельствующие о стабилизациях уровня моря во время послеледниковой трансгрессии.

К западу от отмели Пахтусова глубины возрастают до 30-35 м и ближе к о. Колгуев – до 45-50 м. В этой части равнины на глубинах 30-35 м рельеф осложнен несколькими валообразными возвышенностями – структурными формами высшего порядка. Их относительная высота не превышает 20 м, длина по большой оси до 30-40 км. Группа расположенных здесь тальвегов, в плане, отражают морфологию данных структурных форм, которые они огибают. Все тальвеги этой части равнины заканчиваются на глубинах 50-52 м. В этом же районе широко развиты аккумулятивные формы. Вероятнее всего, для этой части равнины характерны процессы аккумуляции.

Рельеф дна вокруг о. Колгуев, сильно сглажен абразией. Уклоны поверхности (0.002-0.004) заметно больше, чем на равнине восточной части острова. Дно Поморского пролива между Тиманским берегом и

о. Колгуев, имеет желобообразную форму. Борт, примыкающий к острову, круче, чем борт Тиманского берега. Оба борта осложнены структурными уступами и проработаны абразией. Днище выположено, имеет следы эрозии, осложнено отдельными увалами (с относительной высотой 5-10 м) вытянутыми вдоль основной оси пролива. В рельефе дна также заметны небольшие аккумулятивные гряды высотой не больше 1 м.

Абразионно-аккумулятивный рельеф представлен холмисто-западной морской равниной с глубинами от 50 (60) до 100 м (рис. 1). По характеру рельефа абразионно-аккумулятивную равнину можно разделить на западную и восточную. Восточная часть равнины с глубинами 50-60 м узкой полосой протягивается вдоль южного борта желоба и заканчивается каньоном, открывающимся в Южно-Новоземельский желоб. Каньон ориентирован вдоль западных берегов о. Вайгач, относительная глубина его врезки 30-40 м. Равнина наклонена к желобу, рельеф ступенчатый с фрагментами древней гидросети допозднеплейстоценового возраста (Л а с т о ч к и н, 1982).

Западная часть равнины с глубинами от 50 до 100 м, более пологая, со слабым уклоном в сторону желоба (уклон 0.0015). Рельеф холмисто-западный с сохранившимися фрагментами долин древней гидросети. Относительная высота холмов не более 30 м. Фрагменты долин шириной около 5 км врезаны на глубину до 20 м. Следует заметить, что сохранившиеся здесь долины никак не связаны с субаэральной гидросетью, выделяемой на мелководье. Некоторые из них «срезаны» бортом Южно-Новоземельского желоба. В целом, рельеф заметно переработан морскими процессами.

Глубоководно-аккумулятивный рельеф выделяется в пределах Южно-Новоземельского желоба, наложенной отрицательной морфоструктуры с субширотным заложением (рис. 1). В восточной части Печорского моря днище желоба имеет двухступенчатое строение. Приподнятая ступень с глубинами днища 100-110 м. Более низкая западная часть с глубинами днища 190-200 м. Глубина желоба относительно равнины 90-60 м. Днище плоское, шириной до 30 км. Поперечный профиль асимметричный – северный борт выше и круче. Желоб

является седиментационной ловушкой для тонкодисперсного материала.

Заключение

По результатам анализа геоморфологического строения дна Печорского моря выделены 4 морфогенетических комплекса с определенным набором характеристик. Среди важнейших особенностей строения шельфа следует отметить следующие: 1) плейстоцен-голоценовая субаэральная гидросеть развита преимущественно до

глубин 50-55 м, что позволяет провести на этом рубеже естественную границу между молодым и более древним допозднеплейстоценовым рельефом; 2) фрагменты допозднеплейстоценовых долин срезаются бортом Южно-Новоземельского желоба, свидетельствуя о наложенном характере этой формы; 3) двухступенчатое строение Южно-Новоземельского желоба говорит в пользу гипотезы с двумя этапами неотектонической активизации.

ЛИТЕРАТУРА

Л а с т о ч к и н, А. Н. 1982. Методы морского геоморфологического картографирования. Л.: Недра, 272.

М е л ь н и к о в, В. П., В. И. С п е с и в ц е в. 1995. Инженерно-геологические и гео-криологические условия шельфа Барен-

цева и Карского морей. Новосибирск, Наука, 197.

М о р с к а я г е о м о р ф о л о г и я. 1980. Терминологический справочник. Береговая зона: процессы, понятия, определения / Научн. ред. В.П. Зенковича и Б.А. Попова. М.: Мысль, 280.

Поступила на 15.04.2002 г.

Bottom relief of the Pechora Sea

Vladimir Biryukov, Stanislav Ogorodov

(Summary)

The Pechora Sea bottom relief is a result of land-ocean interactions during Pleistocene-Holocene. The structure of the bottom relief has been analyzed on the basis of the 1:1 000 000 scale geomorphological sketch map (authors: V. Biryukov and S. Ogorodov). In the Pechora Sea bottom relief a comparatively young relief belonging to the Upper Pleistocene-Holocene period and more ancient landforms of Pre-Upper Pleistocene period can be marked according to the geological-geomorphological features. The conventional boundary between them passes at a depth of about 50-55 m. Taking into consideration the lithodynamic conditions, the following types of relief can be marked: 1) shallow-accumulative; 2) accumulative-abrasive; 3) abrasive-accumulative; 4) deep-sea-accumulative. The first two types belong to the young relief, the third and the fourth belong to the ancient relief.