

CENOZOIC EVOLUTION OF RELIEF FORMATION IN THE WEST PRIOKHOTIE

E.V. LEBEDEVA

Summary

During Late Cenozoic the lead geomorphologic processes in the Western Priokhotie changed together with relief and climate evolution. Plains with areas of hummocky topography have been transformed into deeply dissected low and middle mountains. Climate has changed from humid subtropical (Oligocene) into frigid (subarctic) with tundra development (Late Pleistocene). All these conditions have formed recent surface pattern. Many processes are now very slow, but they changed many times in the Late Cenozoic. Each time interval was characterised by specific set of lead geomorphologic processes and of extreme, catastrophic, ones, which were locally distributed. Analysis of relief evolution allows to date the formation of the ground features' main types.

УДК 551.462(268)

© 1998 г. Е.Е. МУСАТОВ

ПАЛЕОДОЛИНЫ БАРЕНЦЕВО-КАРСКОГО ШЕЛЬФА

Речные долины – одна из наиболее "чувствительных" геоморфологических систем, реагирующая даже на небольшие изменения неотектонического режима. Существование затопленных долин на Баренцево-Карском шельфе впервые было предсказано Ф. Нансеном [1], исходящим из редких промеров глубин лотом и наблюдений за движениями морских льдов. Его догадка подтвердилась после появления детальных батиметрических карт [2, 3], позволивших геоморфологическими методами наметить контуры палеодолин, отчетливо выраженных в современном рельефе дна [4–6]. С появлением в последние десятилетия сейсмоакустических методов [7–10, 13], выяснилось, что глубокие речные палеоврезы выработаны также в различных отражающих горизонтах кайнозойского чехла [14, 15].

Проведение на шельфе непрерывного сейсмоакустического профилирования позволило детально изучить строение плиоцен-четвертичного покрова [16–20], достигающего мощности 30–250 м. Возникновение речных палеодолин, выработанных в его подошве, связывается с крупнейшей в позднем кайнозое мессинской регрессией конца миоцена, когда уровень моря был на 300–350 м ниже современного [6, 11, 21]. Ряд сейсмоакустических комплексов в составе верхнекайнозойского чехла ограничен в кровле и подошве региональными границами эрозионных несогласий [10, 18] и опирается на многочисленные палеоврезы, выработанные при регрессиях позднего плиоцена, конца среднего плейстоцена и рубежа плейстоцена и голоцена. Рис. 1 иллюстрирует характер такой палеодолины, прослеженной в южной части желоба Святой Анны северо-восточнее мыса Желания Новой Земли.

Для палеодолин, выработанных в подошве плиоцен-четвертичной толщи, характерны относительно врезы глубиной до 100–150 м, иногда до 200–250 м, довольно крутые (до 5, единично – 10°) борта и абсолютные отметки тальвегов до –550 м в желобах Нордкапском и Святой Анны, –450 м в желобе Франц-Виктория и –610 м в Медвежинском желобе. Данные отметки превосходят величину мессинской регрессии, поскольку эти участки погружены на столь значительную глубину нисходящими неотектоническими движениями.

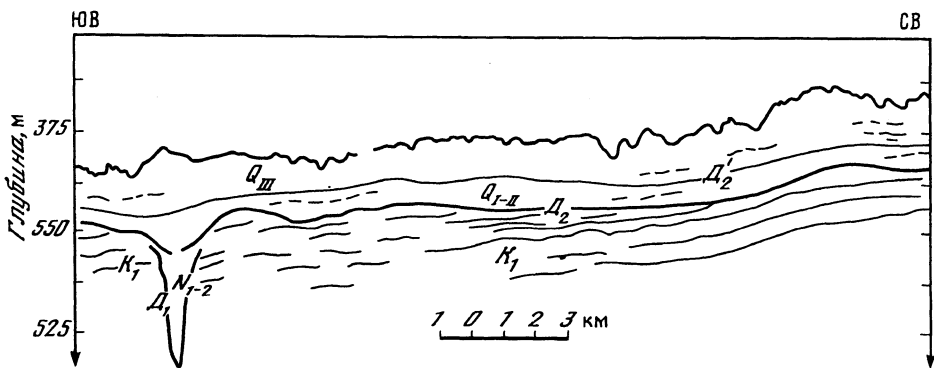


Рис. 1. Пример сейсмоакустической записи речной палеодолины в желобе Святой Анны и схема интерпретации (профиль Мурманской арктической геологоразведочной экспедиции, 1987)

Д1, Д2, Д2' – опорные отражающие горизонты в подошвах неогена, плейстоцена и верхнего плейстоцена соответственно

Мощность осадочного выполнения мессинских палеоврезов колеблется от 20–50 до 150–200 м. Ширина их составляет до 10–15 км, нередко сокращаясь до нескольких километров. Это свидетельствует о большей расчлененности позднемиоценового рельефа, нежели современного, и восходящих тектонических движениях мессинского времени. Мощный региональный аплифт в олигоцен-миоценовую фазу новейшего этапа привел к образованию в северной периферии Баренцево-Карской плиты обширной сводообразной суши. Она служила источником терригенного сноса как для формирующихся периконтинентальных бассейнов на материковых склонах, так и для интраконтинентальных эпишельфовых бассейнов, обрамляющих внутриконтинентальные плиты. Блоковые поднятия архипелагов Шпицберген, Земля Франца-Иосифа и Северная Земля достигали значительных высот, и там был сформирован низкогорный рельеф [7, 8]. При прорезании палеодолинами этого краевого шельфового поднятия они иногда имеют antecedentный характер.

Берега неогеновых рек были, очевидно, закреплены растительностью, что подтверждается аномально теплолюбивыми спорово-пыльцевыми спектрами миоценовых отложений на о-вах Гофмана Земли Франца-Иосифа и Комсомолец Северной Земли [7, 18]. Реки обладали большими уклонами, превосходящими таковые для типично равнинных рек, что хорошо согласуется с составом аллювиальных миоценовых формаций Балласт-Брук и Бофорт в Канадской Арктике [8, 15], где развиты грубообломочные русловые фации, напоминающие "предгорный" аллювий. Это доказывает мощное воздымание всех арктических материковых окраин в миоцене.

На рис. 2 приведена схема доплиоценовых палеодолин, отражающая, видимо, как палеоврезы, созданные в мессинскую эпоху, так и палеореки, существовавшие на шельфе в предшествующие регрессии олигоцена. Речной сток осуществлялся по трем направлениям: на запад, в Норвежско-Гренландский океанический бассейн; на север, в Евразийский бассейн и на юг, где в пределах Печорской и Западно-Сибирской плит сохранялись [11, 21] мелководные морские, либо озерные бассейны. Крупнейшими палеогидросистемами на Баренцево-Карском шельфе в позднем миоцене были следующие: 1) система русел палео-Мезени, палео-Двины и палео-Онеги, проходивших через Горло Белого моря и Кольский прогиб и сливавшихся в Нордкапском прогибе с крупной рекой, протекавшей по Южно-Баренцевской впадине; 2) речные системы Медвежинского и Зюйдкапского желобов; 3) речные системы желобов Франц-Виктория и Британского Канала; 4) гидросистемы желобов Восточно-Новоземельского, Святой Анны и Воронина; 5) системы рек севера Печорской и Западно-Сибирской плит со стоком на юг.

В позднемиоценовом палеорельефе устанавливаются три региональных палеоводораздела – два субширотных и один субмеридиональный. Последний разделял Баренцевские и Карские речные системы и был связан с возрождающимся Полярноуральско-Новоземельским эпираннекиммерийским орогеном. Но в проливе Ворота уже тогда существовала крупная палеодолина, где сейсмоакустическим профилированием установлены [9, 22] аллювиальные осадки шести генераций. Южный субширотный палеоводораздел располагался вдоль пояса пограничных орогенов и проходил по Балтийскому щиту, Тимано-Канинскому

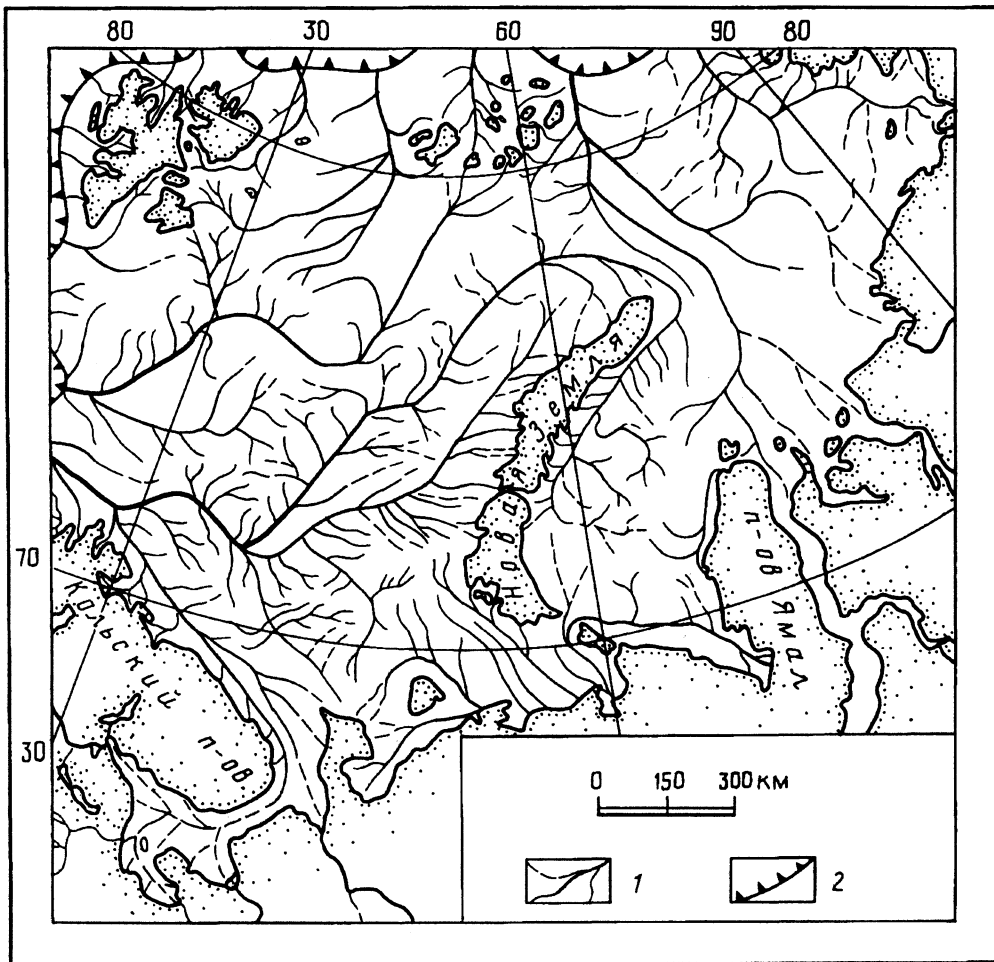


Рис. 2. Схема неогеновых палеодолин на шельфе
1 – палеодолины, 2 – бровка шельфа

горст-мегаантиклинорию, трассировался по Сибирским Увалам и горам Бырранга. Северный палеоводораздел проходил по краевому шельфовому поднятию вдоль архипелагов Свальбард, Земли Франца-Иосифа и Северная Земля.

Позднеплиоценовые палеодолины в целом наследуют положение миоценовых, но при этом уменьшаются глубины тальвегов (абс. отм. до -300 – -400 м), относительные врезы (до 100 м) и крутизна их бортов (до 3 – 5°). Долины становятся более широкими (до 10–25 км), сильнее выражены меандры. Это свидетельствует о смене интенсивных воздыманий умеренными поднятиями и слабыми погружениями. Иногда прослеживаются обширные дельты, как на Кольско-Канинском шельфе [12], что указывает на сложную конфигурацию береговой линии в позднем плиоцене. Область сноса на севере Баренцево-Карской плиты в плиоцене начала распадаться на отдельные архипелаги, поэтому там палеодолины лишены антецедентных участков.

Палеодолины, сформировавшиеся на шельфе в ходе гляциоэвстатических регрессий плейстоцена, имеют нередко трогообразный профиль с абс. отметками тальвегов до -200 – -300 м, относительными переуглублениями до 50–100 м и уклонами до 3° . Максимальная в плейстоцене регрессия днепровско-московского (рисского в Альпах, илинойского в Северной Америке и самаровско-тазовского в Западной Сибири) оледенения достигала -200 м, поэтому этот долинный комплекс датируется концом среднего плейстоцена. Ха-

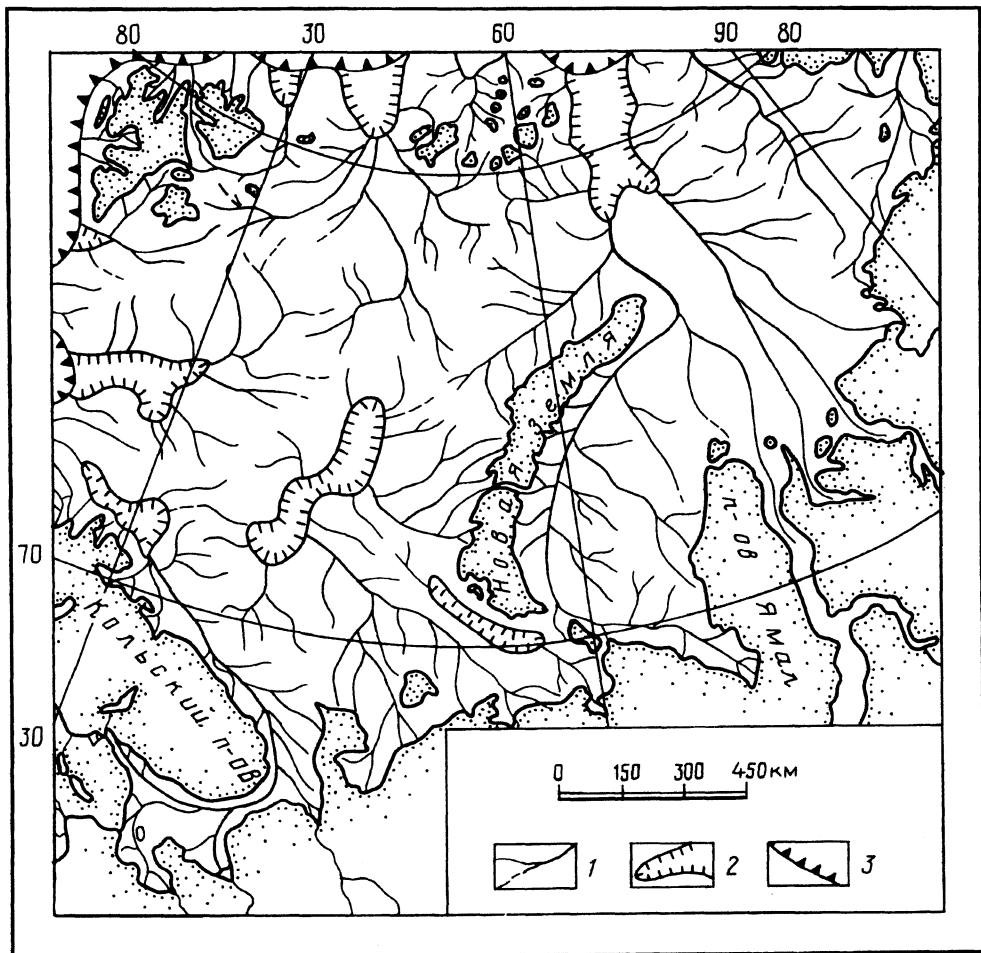


Рис. 3. Схема четвертичных палеодолин на шельфе

1 – палеодолины, 2 – шельфовые котловины без палеоврезов, 3 – бровка шельфа

рактерны бессточные русла маргинальных каналов, свидетельствующие о формировании долин в непосредственной близости от активного ледника. Ширина их составляет от сотен м до 5–10 км; видимо, берега не были закреплены перигляциальной растительностью. Возможно, большинство этих палеоврезов представляют собой ложбины ледникового стока. Они характеризуются меньшей длиной и разветвленностью, чем неогеновые палеодолины, а сток их осуществлялся в Норвежско-Гренландский и Евразийский океанические бассейны. Питающие палеореки ледники располагались на архипелагах, Кольском п-ове, Полярном Урале, Таймыре и ряде мелководных участков шельфа.

Последняя гляциоэвстатическая регрессия, совпавшая с поздневалдайским (классическим висконсинским в Северной Америке, позднеюрским в Альпах и сартанским в Западной Сибири) оледенением, привела к возрождению лишь отдельных палеодолин на осушенных участках шельфа до глубин –120––140 м. На рис. 3 приведена общая схема четвертичных палеодолин: на ней отражен интегральный эффект деятельности палеорек, возникших в субаральных условиях в регрессивные эпохи плейстоцена и "просвечивающих" в современном рельефе дна благодаря недокомпенсации молодых погружений осадконакоплением. Палеодолины последней генерации раскрываются по системе впадин и желобов Баренцево-Северо-Карского мегапрогиба в прилегающие океанические бассейны. В ряде случаев (Южно-Баренцевская впадина и др.) на шельфе при глубинах свыше 300 м наблюдаются бессточные изолированные или полузамкнутые котловины, лишенные палеоврезов; очевидно, в них господствовали субаквальные условия на протяжении всего плейстоцена. В

Восточно-Новоземельском желобе прослеживается долина палео-Оби, протекавшей в плейстоцене [4] через Байдарацкую губу.

Существование на дне затопленных речных долин свидетельствует в пользу модели минимального растекания четвертичных ледников на шельф [2, 16, 20, 22] и формирования там в субаэральных условиях многолетнемерзлых толщ [9, 23, 24]. Это опровергает гипотезу единого ледникового щита в Баренцевом и Карском морях [13, 25] в позднем вюрме. Расположение четвертичных палеодолин (рис. 2) подчеркивает современный морфоструктурный план континентальной окраины, а центробежный характер палеогеоидросети свидетельствует об архипелаго-островных обстановках ее формирования. В условиях сухих арктических пустынь сартанского времени великие сибирские реки прорезали почти всю площадь Карского шельфа, формируя обширные дельты и эстуарии близ окраинно-шельфовых желобов, где сохранялись ледовитые морские бассейны. Помимо этих районов, сартанские палеодолины совершенно не выражены на Печорском, Ямальском и Таймырском мелководьях при глубинах до 30–40 м, хотя они несомненно протекали там в эпоху последней регрессии. Это связано с характером послеледниковой (фландрской) трансгрессии, когда во второй половине голоцена при повышении уровня моря на несколько метров береговая линия в условиях пологого рельефа смещалась на десятки километров, а фрагменты палеодолин уничтожались в волноприбойной зоне.

История развития позднекайнозойских палеодолин Баренцево-Карского шельфа свидетельствует о максимуме неотектонических воздыманий в позднем миоцене. В плиоцен-четвертичное время, при общем господстве нисходящих движений фрагменты речной палеосети возрождались при локальных импульсах поднятий на рубеже плиоцена и эоплейстоцена, в конце среднего плейстоцена и на рубеже позднего плейстоцена и голоцена.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Nansen F.* Some results of the Norwegian Arctic Expedition 1893–1896 // *Geogr. Journ.*, 1897. V. 9. N 5. P. 473–505.
2. *Матишов Г.Г.* Дно океана в ледниковый период. Л.: Наука, 1984. 176 с.
3. *Cherkis N.Z., Fleming H.S., Max M.D., Czarnecki M.F.* Bathymetry of the Barents and Kara Seas. Naval Research Laboratory. Washington, 1990, sheet 1.
4. *Ласточкин А.Н.* Подводные долины северного шельфа Евразии // *Изв. ВГО.* 1977. Т. 109. Вып. 5. С. 412–417.
5. *Малаховский Д.Б., Федоров Б.Г.* О генезисе и возрасте переуглублений на севере Европы // *Возраст и генезис переуглублений на шельфе и история речных долин.* М.: Наука, 1984. С. 134–140.
6. *Суздальский О.В.* Палеогеография арктических морей СССР в неогене и плейстоцене. Л.: Наука, 1976. 111 с.
7. Баренцевская шельфовая плита / Ред. И.С. Грамберг. Л.: Недра, 1988. 264 с.
8. Геологическое строение СССР и закономерности размещения полезных ископаемых. Т. 9. Моря Советской Арктики / Ред. И.С. Грамберг, Ю.Е. Погребницкий. Л.: Недра, 1984. 280 с.
9. *Крапивнер Р.Б.* Бескорневые неотектонические структуры. М.: Недра, 1986. 204 с.
10. *Лопатин Б.Г., Мусатов Е.Е.* Сейсмостратиграфия неоген-четвертичных отложений Западно-Арктического шельфа // *Сов. геология.* 1992. N 6. С. 56–61.
11. *Мусатов Е.Е., Мусатов Ю.Е.* О тектонической обусловленности фиордов Западной Арктики // *Изв. ВГО.* 1990. N 4. С. 337–340.
12. *Самойлович Ю.Г., Каган Л.Я., Иванова Л.В.* Четвертичные отложения Баренцева моря. Апатиты. КНЦ РАН. 1993. 75 с.
13. *Elverhoi A., Solheim A.* The Barents Sea ice sheet – a sedimentological disoussion // *Polar Research, Oslo,* 1983. V. 1. P. 23–42.
14. *Гриценко И.И.* Особенности распространения верхнекайнозойских отложений в Баренцевоморском регионе // *Проблемы кайнозойской палеоэкологии и палеогеографии морей Северного Ледовитого океана.* М.: Наука, 1992. С. 100–109.
15. *Мусатов Е.Е.* Развитие рельефа Баренцево-Карского шельфа в кайнозое // *Геоморфология.* 1989. N 3. С. 76–84.
16. *Павлидис Ю.А.* Шельф Мирового океана в позднечетвертичное время. М.: Наука, 1992. 272 с.
17. *Solheim A., Kristoffersen Y.* Sediments above the upper regional uncoformity: thickness, seismic stratigraphy and outline of the glacial history // *Norsk Polarinstittut Skrifter.* Oslo, 1984. V. 179B. P. 3–36.
18. *Zarchidze V.S., Musatov E.E., Generalov P.P.* Norwegian, Barents and Kara Seas. Cenozoic // *Paleogeographical Atlas of the Shelf Regions of Eurasia for the Mesozoic and Cenozoic* / (Eds. M.N. Alekseev, I.S. Gramberg, Yu.M. Pustcharovsky). G.B., Robertson Group Plk., 1991. V. 2. P. 13.18–13.35.

19. Спиридонов М.А., Девдариани Н.А., Калинин А.В. и др. Геология Белого моря // Сов. геология. 1980. N 4. С. 43–55.
20. Дунаев Н.Н., Левченко О.В., Мерклин Л.Р., Павлидис Ю.А. О масштабах валдайского оледенения Баренцевоморского шельфа // ДАН СССР. 1989. Т. 306. N 6. С. 1437–1441.
21. Зархидзе В.С., Мусатов Е.Е. Основные этапы палеогеографического развития Западной Арктики в позднем кайнозое // Критерии прогноза минерального сырья в приповерхностных образованиях Западной Сибири и Урала. Тюмень, ЗапСибНИГНИ. 1989. С. 123–140.
22. Zarkhidze V.S., Fulton R.G., Mudie P.J. et al. Circumpolar map of Quaternary deposits of the Arctic. Geol. Surv. of Canada, map 1818A. 1991. sheet 1.
23. Данилов И.Д. Полярный литогенез. М.: Наука, 1978. 238 с.
24. Чочиа Н.Г., Евдокимов С.П. Палеогеография позднего кайнозоя Восточной Европы и Западной Сибири. Саранск, Морд. ун-т, 1993. 248 с.
25. Гросвальд М.Г. Покровные ледники континентальных шельфов. М.: Наука, 1983. 216 с.

Санкт-Петербургский государственный университет
 Географический факультет

Поступила в редакцию
 07.06.96

ANCIENT VALLEYS OF THE BARENTS AND KARA SEAS SHELF

E.E. MUSATOV

S u m m a r y

Evolution of ancient rivers on the Barents and Kara Seas Shelf through the Late Cenozoic is considered. Erosional origin of numerous valleys remaining in the recent and ancient relief has been proved. Shapes, cross-sections and distribution of river valleys were investigated. Seismic acoustic data were interpreted and map of ancient river valleys existed on the Barents and Kara Seas Shelf during Late Cenozoic regressions has been compiled. Maximum of neotectonic uplift and major regression was shown to occur during Late Miocene.