

УДК 551.35.06 (470.21)

Д.С. Толстобров, А.Н. Толстоброва, В.В. Колька, О.П. Корсакова

Постледниковое поднятие земной коры в северо-западной части Кольского региона

D.S. Tolstobrov, A.N. Tolstobrova, V.V. Kolka, O.P. Korsakova

Postglacial uplift of the Earth crust in the North-Western part of the Kola region

Аннотация. Представлены новые литологические, микропалеонтологические и хронологические данные, полученные в результате изучения донных осадков из малых озерных котловин в долине р. Тулома. Изучение озерных котловин в разных частях долины на разных высотных отметках, их корреляция с положением древних береговых линий и береговых форм рельефа позволили установить характер условий осадконакопления и особенности неотектонических движений земной коры в поздне- и послеледниковое время в северо-западной части Кольского региона. Приводится эквидистанционная диаграмма релятивных линий поднятия земной коры исследуемого района, значения разновозрастного поднятия, оценивается его градиент вдоль долины р. Тулома и Кольского залива Баренцева моря.

Abstract. The new lithological, micropaleontological and chronological data received as a result of studying the lake bottom sediments sequences in a valley of the Tuloma River have been presented. Investigation of lakes situated in different areas of the Tuloma River valley at different elevations and their correlation with position of ancient marine coastal lines and forms has allowed recognizing the character of sedimentation and specific of neotectonic movements of the Earth's crust in the Late Glacial and Holocene in the North-Western part of the Kola region. The equidistant diagram of relative lines of the Earth's crust uplift has been presented for the studied area. The magnitude of the different-age uplift correlated to these lines, and uplift gradient along the valley of the Tuloma River and Kola Bay of the Barents Sea has been estimated.

Ключевые слова: неотектоника, древнебереговые образования, донные отложения, диатомовые водоросли, позднеледниковье, голоцен, Кольский регион

Key words: neotectonics, ancient shorelines, bottom lake sediments, diatoms, Late Glacial, Holocene, the Kola region

1. Введение

Изучение тектонических движений земной коры и связанного с ними изменения положения береговой линии моря в Кольском регионе началось в конце XIX в., когда свою знаменитую экспедицию на Кольский полуостров предпринял финский геолог Рамсей (*Ramsay*, 1898). В советское время на побережьях Кольского региона проводили работы, посвященные изучению береговых форм рельефа и тектоники, *Г.И. Горецкий* (1941), *М.А. Лаврова* (1947; 1960), *А.А. Никонов* (1964) и др. На перемещения земной поверхности здесь указывали поднятые над современным уровнем моря древние береговые формы и морские осадки. Корреляция этих древних береговых образований, расположенных на некотором (иногда значительном) расстоянии друг от друга, проводилась в основном по геоморфологическим данным, но учитывались и литологические, и палеонтологические характеристики слагающих их осадков. Результаты изучения высот и распространения древних береговых уровней графически оформлялись в виде дистанционных и релятивных диаграмм, где на оси ординат откладывались высотные отметки береговых линий, выделенных по разным признакам, а на оси абсцисс указывалось расстояние между пунктами наблюдений, расположенными перпендикулярно простиранию изобаз поднятия (*Горецкий*, 1941; *Лаврова*, 1947; *Кошечкин*, 1979). По этим диаграммам устанавливался градиент поднятия территории и границы распространения постледникового морского бассейна внутрь побережья. При этом возраст береговых форм рельефа определялся предположительно по их положению в рельефе, что затрудняло корреляцию одновозрастных береговых образований в разных частях побережья и приводило к различным интерпретациям амплитуды и характера поднятия территории Кольского региона.

В конце XX в. на северо-востоке Фенноскандии для изучения относительного перемещения береговой линии моря вследствие гляциоизостатического поднятия земной поверхности стал использоваться метод изолированных бассейнов (*Donner et al.*, 1977). На баренцевоморском побережье, используя данную методику, были проведены работы в районах пос. Дальние Зеленцы (*Snyder et al.*, 1996), г. Никель (*Corner et al.*, 1999) и г. Полярный (*Corner et al.*, 2001). В результате этих работ было выполнено литолого-стратиграфическое изучение и радиоуглеродное датирование донных осадков озер и проведена реконструкция относительного перемещения береговой линии Баренцева моря. Позже были исследованы донные отложения озер в долине р. Тулома (*Колька и др.*, 2005). В результате этих работ

определены амплитуда поднятия, которая достигала здесь примерно 100 м, и время позднеледниковой морской трансгрессии с максимум примерно 10 600 ^{14}C лет тому назад.

В настоящее время в результате проведенных полевых и лабораторных исследований появились новые данные по литологии, микропалеонтологии и датированию донных отложений озерных котловин, расположенных в долине р. Тулома. Их анализ существенно дополнил уже имеющиеся данные по перемещению береговой линии моря и позволил оценить темпы и градиент тектонического поднятия земной коры в северо-западной части Кольского региона. Для этого были реконструированы разновозрастные релятивные линии поднятия земной коры вдоль долины р. Тулома и Кольского залива Баренцева моря.

2. Методика

В работе использован метод изолированных бассейнов (*Donner et al.*, 1977), который заключается в изучении седиментационных последовательностей озерных котловин, изолированных от моря из-за поднятия земной коры. При этом особое внимание уделяется той части последовательности, которая соответствует переходу от морских к озерным условиям осадконакопления. Она выявляется посредством диатомового анализа, затем соответствующие осадки датируются радиоуглеродным методом. Подробно метод изолированных бассейнов, который применяется в практике отечественных исследований, описан в работах В.В. Кольки с соавторами (*Колька и др.*, 2013).

Полевые исследования предполагали бурение донных отложений, которое осуществлялось летом с катамарана при помощи переносного поршневого бура, позволяющего брать ненарушенную колонку осадков. Бурение проводилось до коренных пород или морены в наиболее глубоком плоскодонном месте озера. Длина каждого керна составляла 1 м, диаметр 54 мм, керны отбирались с перекрытием в 10 см. В полевых условиях керны описывались по визуально определяемым признакам осадков и опробовались для диатомового анализа и радиоуглеродного датирования. Высотное положение озер определялось по картам масштаба 1:25 000 и 1:50 000.

Диатомовый анализ выполнялся для серий близко расположенных образцов. Техническая обработка проб выполнялась по стандартным методикам (*Диатомовые...*, 1974). Таксономическая идентификация диатомовых водорослей и их экологическая принадлежность проводилась согласно определителям и литературным источникам (*Тунни*, 1975-1980; *Давыдова*, 1985; *Krammer, Lange-Bertalot*, 1986-1991; *Lange-Bertalot*, 2001; *Лосева*, 2000; *Atlas...*, 1996; *Krammer*, 2000; 2002; 2003; *Баранова и др.*, 2006; *Guiry, Guiry*, 2014). Результаты анализа оформлялись в виде итоговых диаграмм. Диатомовые водоросли классифицировались по классам солености (*Hustedt*, 1957): полигалобы (обитающие в водах с нормальной соленостью), мезогалобы (обитающие в опресненных морских бухтах и солонатоводных континентальных водоемах), олигогалобы (характерные для пресных вод). Олигогалобы подразделяются на галофилы (предпочитающие слегка соленую воду), индифференты (предпочитающие пресную воду и толерантные к слегка соленой воде) и галофобы (исключительно пресноводные).

Радиоуглеродное датирование образцов гиттии (сапропеля) или алевритистой гиттии выполнено в лаборатории Геологического института РАН (г Москва) с применением традиционного сцинтилляционного метода, основанного на подсчете β -распада, также использовались опубликованные данные, полученные в разные годы.

Для реконструкции релятивных линий поднятия земной коры использовались данные, полученные в ходе полевых и лабораторных исследований, а также учитывались опубликованные геоморфологические данные по высотному положению береговых форм рельефа. При этом возраст береговой формы рельефа соответствует времени отделения от морского бассейна той озерной котловины, которая расположена на одинаковой с ней высоте. Релятивные линии строились при сопоставлении аналогичных данных, удаленных во времени и в пространстве. Их высотное положение оценивается относительно современного уровня моря.

3. Район исследования и характерная для него палеогеографическая ситуация

Исследования проводились в долине р. Тулома. Район долины р. Тулома располагается в северо-западной, материковой части Мурманской области (рис. 1). Долина простирается с юго-запада на северо-восток. Река Тулома вытекает из оз. Нотозеро, акватория которого в настоящее время преобразована в Верхнетуломское водохранилище, и впадает в Кольский залив Баренцева моря. Коренные породы, по которым простирается долина, представлены различными по составу гнейсами, а также мигматитами, амфиболитами, гранодиоритами, диоритами, габбро, габбро-анортозитами (*Геологическая...*, 1996).

Район исследования находится примерно в 70 км к югу от пояса краевых образований Тромсё – Лунген, которые хронологически соответствуют краевым образованиям Сальпаусселька II (рис. 1). По данным норвежских исследователей (*Landvik et al.*, 1998; *Romundset et al.*, 2011), Баренцево море в основном освободилось ото льда примерно 15 000-14 000 календарных лет тому назад (т.н.), или 12 750-12 000 радиоуглеродных (^{14}C) лет т.н. В это время фронт отступившего ледника находился на северном

побережье полуострова Рыбачий и прилегающем шельфе Баренцева моря. Согласно данным, полученным в разных частях Арктики и Атлантики (Snyder et al., 1996; Колька и др., 2013; 2014 и др.), во второй половине аллерёда, охватывающего временной интервал примерно 11 800-11 000 ^{14}C лет т.н., началась позднеледниковая трансгрессия, которая продолжалась вплоть до конца позднего дриаса (примерно 11 000-10 200 ^{14}C лет т.н.). Контрастность этой трансгрессии в разных районах побережья Балтийского шита составила от 10 до 30 м. Осадки этой трансгрессии ранее были обнаружены в заливах Баренцева моря и в устье р. Тулома (Лаерова, 1960). Вопрос о проникновении морских вод вглубь континента по речным долинам до сих пор остается дискуссионным. С конца позднего дриаса в баренцевоморском регионе отмечалась регрессия, прерывавшаяся среднеголоценовой трансгрессией тапес (Corner et al., 2001).

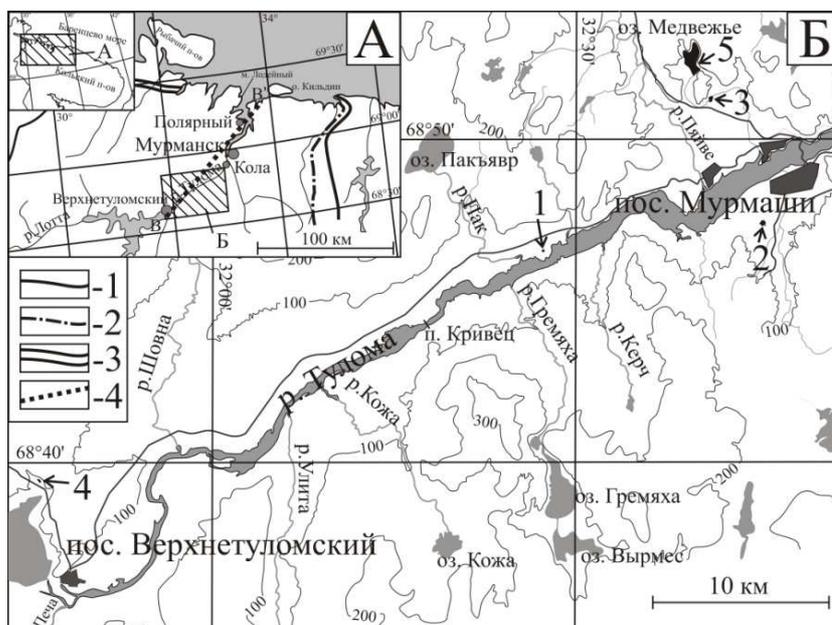


Рис. 1. Схема расположения района исследования (А) и озерных котловин, изученных в долине р. Тулома и обозначенных цифрами 1-5 (Б).

Условными обозначениями показано: положение краевых ледниковых образований по (Ekman, Iljin, 1991): 1 – Сальпаусселька I (11 300-10 800 ^{14}C лет т.н.), 2 – Сальпаусселька II (11 200-10 000 ^{14}C лет т.н.), 3 – Тромсе-Люнген (11 000-10 000 ^{14}C лет т.н.); 4 – линия профиля диаграммы

4. Полученные исходные данные и их интерпретация

В долине р. Тулома были исследованы озерные котловины, расположенные на высотных отметках от 27 до 93 м над уровнем моря (н.у.м.). Площади поверхности исследованных озер варьируют от 0.01 до 1.4 км². Глубина озер меняется от 2.5 до 8.8 м. Пороги их стока представлены коренными породами или моренами.

Безымянное озеро с высотой порога стока 27 м н.у.м. (оз. 1 на рис. 1Б, N68°46' E32°27') имеет округлую форму, залесённые берега. Его площадь – 0.01 км², глубина 8.8-9.0 м. Озеро непроточное, находится в замкнутой впадине, поэтому положение порога стока оценивалось в соответствии с положением в рельефе участка наиболее низкого борта этой впадины. В разрезе установлены (здесь и далее описание снизу-вверх, глубина указана от поверхности воды): 9.70-9.38 м – серая глина, слоистая, мощность слоёв от 1 до 7 мм; 9.38-9.22 м – гиттия коричневая с красноватым оттенком, слоистая, с единичными макроостатками растений, в базальной части с минеральными частицами, переходы в вышележащие и нижележащие осадки постепенные; 9.22-8.80 м – гиттия коричневая, с макроостатками растений.

В осадках установлено 105 таксонов диатомовых водорослей. В глинах базальной части разреза концентрация диатомей низкая, максимальных значений она достигает в коричневой гиттии верхней части разреза (рис. 2). При этом в глинах в составе диатомового комплекса доминируют мезогалобы и галофилы, есть полигалобы. Мезогалобы представлены в основном донными видами *Diploneis didyma*, *D. interrupta*, *D. smithii*, *Rhabdonema arcuatum*, *Rh. minutum* и др. и обрастателями *Cocconeis scutellum*, *Mastogloia elliptica*, *M. smithii* и др. Среди галофилов массово встречены эпифиты *Fragilariforma virescens* var. *subsalina*, *Staurosirella pinnata*, *Tabularia fasciculata*, обнаружены и олигогалобы, которые в сумме составляют 6-14 %. Полигалобы (5-11 %) представлены *Cocconeis costata*, *C. stauroneiformis*, *Grammatophora marina* и др. Состав диатомовой флоры (рис. 2) свидетельствует, что накопление глин происходило в солоноватоводном бассейне.

Для нижней части интервала со слоистой гиттией характерно увеличение мезогалобных видов до 87.5 % в основном за счет *Paralia sulcata*, широко распространенного на литорали морей. Здесь отмечено заметное уменьшение содержания полигалобов до 0.3-2.0 % и мезогалобов до 4.0 %, а численный состав галофилов увеличивается до 60 %. Полигалобовы не обнаружены. Среди галофилов доминируют два перифитонных вида *Fragilariforma virescens* var. *subsalina* и *Staurosirella pinnata*. Кроме того, в составе диатомового комплекса наблюдается увеличение содержания типичных пресноводных видов – индифферентов и галофобов. Характер диатомовой флоры указывает на постепенное опреснение бассейна, и при накоплении слоистой гиттии морские условия седиментации сменялись пресноводными.

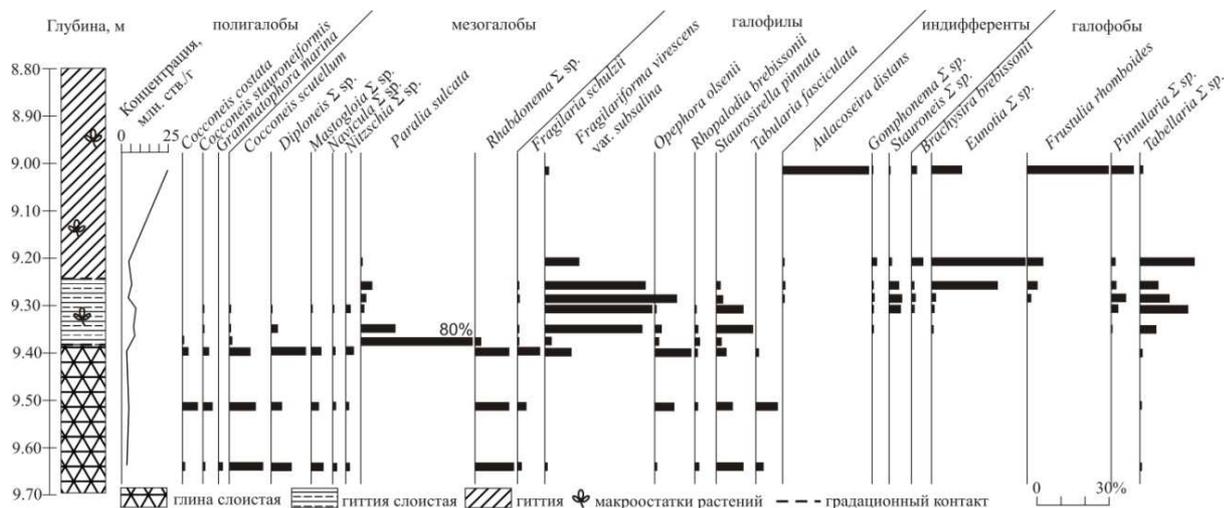


Рис. 2. Литологический разрез и распределение диатомей в осадках озера 1 с абс. отм. порога стока 27.0 м н.у.м.

Коричневая неслоистая гиттия накапливалась в пресноводном водоеме. В ней в составе диатомовой флоры абсолютное господство принадлежит олигогалобам. Обнаружены створки галофила *Fragilariforma virescens* var. *subsalina*, процентное содержание которого уменьшается вверх по разрезу до 1.5 %. Количество галофобов увеличивается до 77 %, они представлены перифитонными видами рода *Eunotia*, донными *Brachysira brebissonii*, *Frustulia rhomboides*, видами рода *Pinnularia* и др. Содержание индифферентных диатомей, среди которых доминирует *Aulacoseira distans*, варьирует от 8 до 38 %.

Озеро Угольное с высотой порога стока 72 м н.у.м. (оз. 2 на рис. 1Б, N68°48' E32°45') округлой формы, площадью 0.065 км² и глубиной 3-3.5 м. Сток из озера происходит через небольшой ручей. Последовательность донных отложений представлена: серой неслоистой глиной на глубине 5.50-5.38 м; неясно слоистым алевритом с гравием и песком в интервале 5.38-5.18 м; ленточной глиной на глубине 5.18-5.04 м; в интервале 5.04-4.95 м – алевритистой светло-коричневой гиттией с муаровыми текстурами на глубине 5.04-4.98 м; коричневой неслоистой гиттией с 4.95 до 3.50 м глубины (рис. 3).

При изучении диатомовой флоры в глине и алеврите с песком из нижней части разреза зафиксировано незначительное количество диатомовых створок плохой сохранности, преимущественно галофила *Diploneis ovalis* var. *oblongella*. В залегающих выше ленточных глинах диатомеи отсутствуют. В интервале алевритистой гиттии установлена бедная по численности и не очень разнообразная в качественном отношении диатомовая флора, в которой преобладают галофилы *Navicula rhynchocephala*, *Gyrosigma acuminatum* et var. *gallica* и индифференты *Pinnularia interrupta*, *Stauroneis anceps* Ehr. et var. *gracilis*. Выше по разрезу количество диатомовых створок значительно увеличивается, главным образом за счет галофила *Staurosirella pinnata* (до 50 %) и индифферентных видов рода *Fragilaria*. Отмечено и увеличение галофобов, в основном за счет *Tabellaria flocculosa*. Характер диатомовой флоры, ее изменение вверх по разрезу (рис. 3) может свидетельствовать, что седиментация в котловине сначала происходила в приледниковых условиях, что обусловило обедненный состав и плохую сохранность диатомей. Некоторое осолонение водного бассейна отмечается примерно 9657±67 ¹⁴C лет т.н. В это же время котловина оз. Угольное отделилась от осолоненного бассейна. Повышенное содержание галофилов (до 50 %) в гиттии позволяет предполагать, что данное озеро находилось вблизи верхней морской границы.

Безымянное озеро с высотой порога стока 77 м н.у.м. (оз. 3 на рис. 1Б, N68°51' E32°41') проточное, имеет округлую вытянутую форму и заболоченные берега. Сток из озера осуществляется через неглубокий (0.2-0.3 м) ручей, дно которого сложено мореной. Площадь озера 0.05 км², глубина воды – 2.8 м. Разрез донных отложений представлен следующими интервалами: 6.05-5.33 м – глина серая, неслоистая, на глубине 5.90-5.80 м с черными прослойками органики, содержит единичный гравий; 5.33-5.21 м – алевритистая серовато-коричневая гиттия, неслоистая; 5.21-2.8 м – коричневая,

светло-коричневая гиттия, неслоистая, с единичными макроостатками растений, до глубины 4.30 м с минеральными частицами.

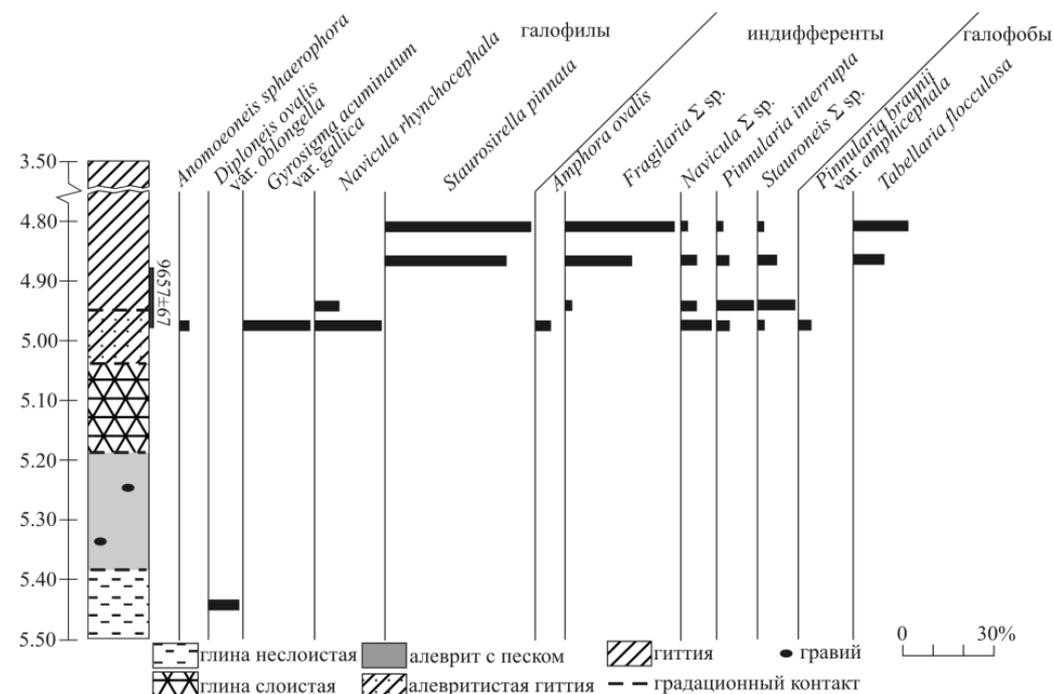


Рис. 3. Литологический разрез и распределение диатомей в осадках озера 2 (оз. Угольное) с абс. отм. порога стока 72 м н.у.м. На литологическом разрезе цифрами указан ^{14}C возраст соответствующих осадков (по Колька и др., 2005)

В осадках двух нижних интервалов (глине и алевритистой гиттии) обнаружены единичные створки и обломки створок пресноводных диатомей, и только 3 образца из гиттии оказались представительными. В них выявлено 14 таксонов диатомовых водорослей, при этом концентрация створок увеличивается вверх по разрезу (рис. 4). Все обнаруженные диатомеи обитают в пресноводных условиях, из них только один вид *Staurosirella pinnata*, обитающий в обрастаниях, является галофилом. Здесь он составляет до 6.5 % в образце на границе гиттии и алевритистой гиттии, вверх по разрезу его содержание уменьшается до 1.5 %. Судя по датировке 9020 ± 110 ^{14}C лет, полученной из интервала 5.21-5.27 м, накопление биогенного материала началось в первой половине бореала, когда уровень моря здесь был уже ниже 77 м, о чем свидетельствует отсутствие морских диатомовых водорослей в отложениях.

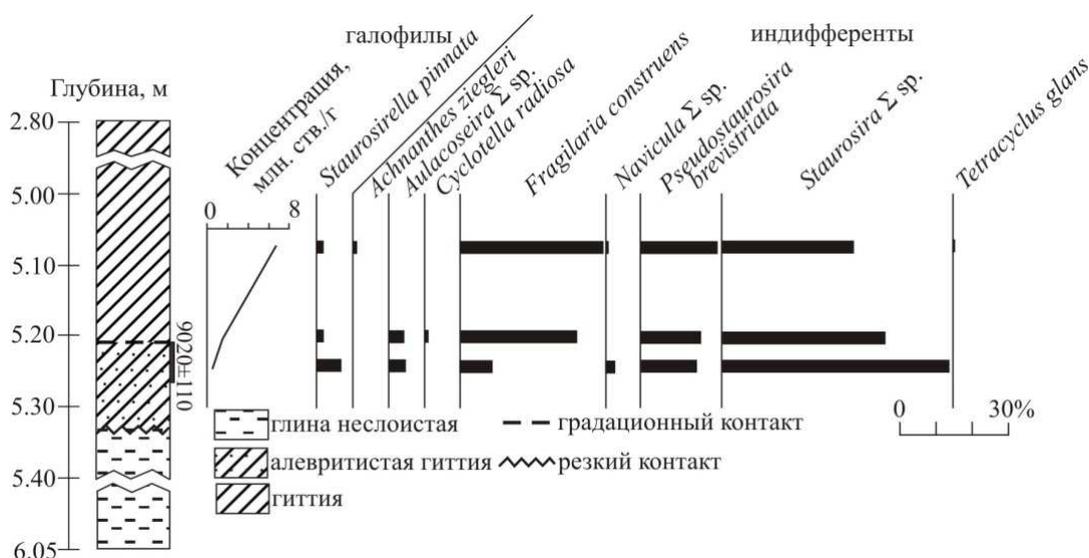


Рис. 4. Литологический разрез и распределение диатомей в осадках озера 3 с абс. отм. порога стока 77 м н.у.м. На литологическом разрезе цифрами указан ^{14}C возраст соответствующих осадков

Озеро Медвежье с высотой порога стока 92 м н.у.м. (оз. 4 на рис. 1Б, N68°52' E32°39') имеет неправильную форму, вытянуто с севера на юг, проточное, южный берег заболочен, остальные залесены. На южном берегу из озера вытекает ручей, глубина которого 0.4-0.5 м, на дне ручья – песчано-галечно-валунный материал. В северо-западной и западной частях в озеро впадают два ручья. Площадь озера 1.4 км², глубина 3.5 м. В разрезе донных отложений установлена осадочная последовательность: 4.50-4.44 м – глина, серая, неслоистая, с макроостатками растений, переход в вышележащий слой резкий, с затеками; 4.44-4.34 м – алевритистая коричневая гиттия, неслоистая, переход в вышележащий слой постепенный; 4.34-3.50 м – светло-коричневая гиттия, неслоистая, с минеральными частицами.

В этих осадках в девяти изученных пробах обнаружено 87 видов и разновидностей диатомовых водорослей. В глине базальной части разреза обнаружены только единичные, плохо сохранившиеся створки вида *Staurosirella pinnata*. Возможно, это говорит о том, что на начальных этапах осадконакопления проходило в суровых приледниковых условиях. В верхней части данного интервала количество створок увеличивается, абсолютными доминантами здесь являются галофил *Staurosirella pinnata* и индифферент *Pseudostaurosira brevistriata*, живущие в обрастаниях (рис. 5). Единично представлены виды *Fragilariforma virescens*, *Staurosirella leptostauron*, *Staurosira venter*. Доминирование пресноводно-солонатоводных видов в верхней части слоистых глин объясняется положением котловины данного озера вблизи верхней морской границы, где морские воды могли проникать в нее во время приливов.

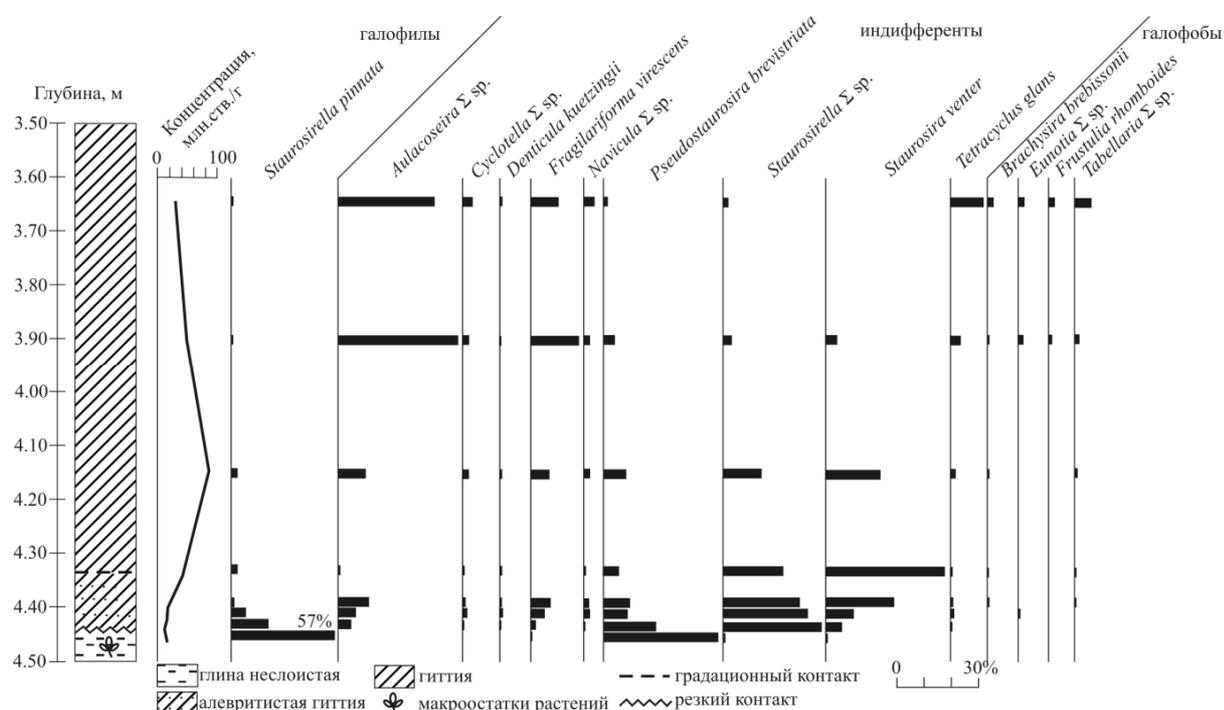


Рис. 5. Литологический разрез и распределение диатомей в осадках озера 4 (оз. Медвежье) с абс. отм. порога стока 92.4 м н.у.м.

В интервале неслоистой гиттии наблюдается увеличение концентрации диатомей. Здесь доминируют индифферентные перифитонные виды, представленные *Fragilaria construens*, *Pseudostaurosira brevistriata*, *Staurosira venter*, *Staurosirella lapponica*, а количество галофилов сокращается (рис. 5).

По направлению к кровле разреза отмечается увеличение таксономического разнообразия и уменьшение концентрации створок диатомей по сравнению с нижележащим интервалом, повышается содержание галофобов при доминировании индифферентов, среди которых происходит резкое повышение содержания планктонных диатомей, представленными видами родов *Aulacoseira* и *Cyclotella* (рис. 5), что свидетельствует об увеличении водности водоема.

Озеро Раят с высотой порога стока 93 м н.у.м. (оз. 5 на рис. 1Б, N68°39' E31°45') имеет неправильную форму, берега его залесены, местами заболочены. Площадь озера 0.02 км², глубина воды 2.5 м. Озеро проточное, в северо-западной части в него впадает ручей, сток осуществляется через ручей на юго-востоке котловины.

Разрез донных отложений представлен следующей последовательностью: 6.50-6.31 м – серая слоистая глина; 6.31-6.11 м – серая глина, слоистая и неотчетливо слоистая; 6.11-5.90 м – серая неслоистая глина; 5.90-5.86 м – глина с органикой; 5.86-5.76 м – коричневая неотчетливо слоистая гиттия; 5.76-2.50 м – гиттия, темно-коричневая до черного.

Как было установлено ранее (Колька и др., 2005), значительное содержание диатомовых мезогалобов (до 36.2 %) и наличие олигогалобов (до 23.8 %) характерно для интервала 6.11-5.90 м. Здесь среди олигогалобов доминирует эпифит *Rhoicosphenia curvata*, из донных преобладает *Nitzschia fonticola* и *Diploneis ovalis* var. *Oblongella* (рис. 6). Среди мезогалобов представлены и эпифиты (наибольшей численностью (до 16.4 %) отличается *Synedra tabulate*) и донные виды (*Navicula digitoradiata*, *Amphora angusta*, *Diploneis pseudoovalis*). Следует отметить, что в средней части этого интервала присутствуют (до 15.4 %) морские и солоноватоводные виды (*Hyalodiscus scoticus* f. *remotus*, *Navicula directa*, *N. humerosa*, *Pinnularia quadratarea*, *Licmophora paradoxa*). Такой состав диатомовой флоры свидетельствует о смене пресноводных условий седиментации солоноватоводными.

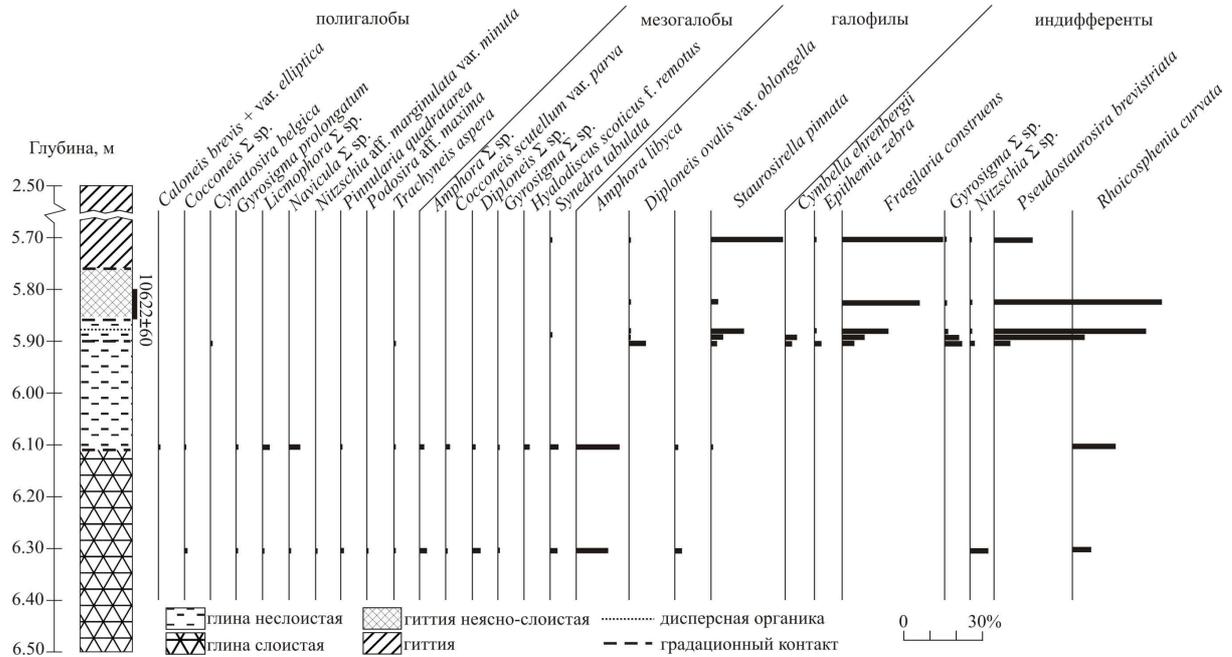


Рис. 6. Литологический разрез и распределение диатомей в осадках озера 5 (оз. Раут) с абс. отм. порога стока 93 м н.у.м. На литологическом разрезе цифрами указан ^{14}C возраст соответствующих осадков (по Колька и др., 2005)

Диатомовая флора в вышележащем интервале глин с органикой постепенно становится пресноводной (рис. 6): олигогалобы, представленные эпифитами (*Fragilaria construens*, *Pseudostaurosira brevistriata*, *Staurosirella pinnata*, *Cymbella ehrenbergii*, *Epithemia zebra*) и донными видами (*Amphora libyca*, *Gyrosigma attenuatum*, *G. kützingii*) достигают 63.4-99.4 % общей численности диатомей. Опреснение бассейна произошло $10\,622 \pm 60$ ^{14}C лет назад (Колька и др., 2005).

5. Реконструкция поднятия земной коры северо-западной части Кольского региона

Особенности тектонического перемещения земной коры в северо-западной части Кольского региона, включающей район исследования, отражены в модельной реконструкции линий поднятия, прослеженного по положению поднятых береговых форм вдоль линии В-В' от пос. Верхнетуломский до мыса Лодейный в Кольском заливе Баренцева моря (рис. 1), и представленной в виде диаграммы (рис. 7). Поднятие на диаграмме показано одновозрастными релятивными линиями, реконструированными с интервалом в $1\,000$ ^{14}C лет для голоцена и 500 ^{14}C лет для позднеледниковья. Каждая линия на диаграмме этапно отражает положение береговой линии моря относительно современного его уровня. Модельные построения и экстраполяции выполнялись на основе описанных выше новых литологических и диатомовых данных, данных радиоуглеродного датирования (см. табл.), а также данных изучения геоморфологии береговых форм рельефа, приведенные в работах Г.И. Горецкого (1941), М.А. Лавровой (1947), Б.И. Кошечкина (1979). Следует отметить, что ^{14}C датировки, полученные из донных осадков озер, отражают возраст береговой линии моря, когда она находилась на уровне порога стока из озера, датировки раковинного материала осадков террас соответствуют времени, когда береговая линия моря располагалась выше отметок их залегания, а начало биогенной седиментации имело место уже вне морского бассейна.

Положение наиболее древней на диаграмме линии поднятия земной коры, соответствующей $10\,000$ ^{14}C лет, в верховье долины р. Тулома определялось по данным, полученным в оз. Раут (оз. 5 на рис. 1Б). Береговая линия моря находилась на уровне порога стока из этого озера $10\,622 \pm 60$ ^{14}C лет т.н.,

когда в его котловине уже при регрессии позднеледникового моря накапливались глины с органикой, на что указывают представленные диатомовые данные (рис. 6). Следовательно, модельная линия поднятия 10 000 ¹⁴C лет проведена здесь ниже порога стока из оз. Раут примерно на отметке 87-90 м н.у.м. (рис. 7). Именно на этой высоте в верховьях долины р. Тулома находятся абразионные уступы, описанные М.А. Лавровой (1947). В районе г. Полярный (рис. 1) линия поднятия 10 000 ¹⁴C лет экстраполирована на отметке около 70 м н.у.м. (рис. 7) в соответствии с кривой перемещения относительного уровня моря (Corner et al., 2001).

Для реконструкции линии поднятия за 9 500 ¹⁴C лет использовались данные, полученные при изучении донных отложений оз. Угольного с отметками 72 м н.у.м. (оз. 2 на рис. 1Б) и безымянного озера с отметками 77 м н.у.м. (оз. 3 на рис. 1Б). Полученные данные позволили установить, что 9 657±67 ¹⁴C лет т.н. эта часть депрессии находилась в условиях солоноватоводного бассейна (рис. 3) с уровнем выше 72 м н.у.м., который 9 020±110 ¹⁴C лет т.н. уже опустился ниже порога стока из безымянного озера с отметкой порога стока 77 м н.у.м. Учитывая данные предыдущих исследований донных отложений озера в районе г. Полярный (Corner et al., 2001), линия поднятия земной коры, соответствующая 9 500 ¹⁴C лет, в районе пос. Мурмаши на диаграмме (рис. 7) проведена на отметках примерно 66-63 м н.у.м. (рис. 7). При ее реконструкции выше по долине р. Тулома использованы датировки террасы, выполненные по раковинам морских моллюсков (см. табл.), которые указывают, что 9 500 ¹⁴C лет т.н. морской бассейн достигал здесь отметок 60 м н.у.м. и выше. Исходя из наличия отчетливых береговых образований на отметках 70 м н.у.м., линия поднятия с возрастом 9 500 ¹⁴C лет в районе порога Кривец (рис. 1Б) проведена на этой высоте (рис. 7). В районе г. Полярный линия поднятия 9 500 ¹⁴C лет проведена на отметках 59 м (рис. 7), исходя из графика относительного перемещения береговой линии моря (Corner et al., 2001).

Для реконструкции линии поднятия территории за 9 000 ¹⁴C лет в районе г. Полярный также использованы данные по перемещению береговой линии моря (Corner et al., 2001), исходя из которых соответствующая линия проведена здесь на высотной отметке 36 м. По данным датирования раковинного материала из тела террасы в долине р. Тулома (табл.) реконструировано положение линии поднятия 9 000 ¹⁴C лет в районе порога Кривец (рис. 1Б). Здесь раковины *Astarte compressa* с возрастом 8 980±180 ¹⁴C лет датированы на высотной отметке 33.6 м (табл.). С учетом глубины обитания моллюсков этого вида около 10 м линию поднятия здесь возможно поместить на высоте 43-45 м. Линия 9 000 ¹⁴C лет, проведенная через указанные пункты, в районе пос. Верхнетуломский окажется на высоте 48-50 м (рис. 7).

Линия поднятия, соответствующая 8 000 ¹⁴C лет, построена в соответствии с косвенными данными, полученными при изучении относительного уровня моря (Corner et al., 2001). Известно, что в районе г. Полярный во временном интервале 9 000-8 500 ¹⁴C лет т.н. скорость поднятия территории составила около 1 см/год, а 8 500-7 000 ¹⁴C лет т.н. здесь отмечалось длительное стояние уровня моря, несоответствие с трансгрессией тапес в других районах баренцевоморского побережья (Snyder et al., 1996; Corner et al., 1999; 2001). Исходя из указанной скорости регрессии относительного уровня моря, в районе г. Полярный во временном интервале 9 000-8 000 ¹⁴C лет т.н. он опустился примерно на 6 м до отметок 29-30 м н.у.м. М.А. Лаврова (1947) отмечает наличие абразионных уровней на побережье Кольского залива в районе г. Полярный на этих же отметках. В районе пос. Верхнетуломский, исходя из указанных выше соображений, релятивная линия поднятия 8 000 ¹⁴C лет помещена здесь на высоте примерно 38 м н.у.м. (рис. 7). На высоте 38-40 м здесь отмечены крупные морские террасы (Горецкий, 1941; Лаврова, 1947), которые, вероятно, могут соответствовать положению уровня моря 8 000 ¹⁴C лет т.н.

На побережье полуострова Варангер (Romundset et al., 2011) и в районе пос. Дальние Зеленцы (Snyder et al., 1996) на кривых относительного перемещения уровня моря во временном интервале 8 500-6 500 ¹⁴C лет т.н. отражается малоамплитудная (2-5 м) трансгрессия моря. В это же время в долине р. Паз и в районе г. Полярный (Corner et al., 1999; 2001) она проявилась в виде длительного стояния уровня моря. Это позволяет предположить, что в районе пос. Верхнетуломский (рис. 1Б) скорость гляциоизостатического поднятия суши и эвстатического поднятия уровня моря также были равны или поднятие суши несколько опережало поднятие уровня моря. По данным (Corner et al., 1999; 2001) в районе г. Полярный 7 000 ¹⁴C лет т.н. море по-прежнему находилось на отметках примерно 29 м. Выше по долине р. Тулома, в районе р. Кожы (рис. 1Б) отмечается обширная терраса с отметками поверхности 32-34 м н.у.м., в осадках которой обнаружена и датирована (табл.) морская микрофауна и раковины моллюсков (Лаврова, 1947). Поэтому реконструированная релятивная линия поднятия 7 000 ¹⁴C лет в районе пос. Верхнетуломский (рис. 1Б) оказалась примерно на этих же отметках – 32-34 м.

Релятивная линия поднятия земной коры в исследуемом районе, соответствующая 6 000 ¹⁴C лет, смоделирована тоже в соответствии с данными о скорости продолжившейся после трансгрессии тапес регрессии морского бассейна, полученных при изучении донных отложений озер в районе г. Полярный, где она в это время составляла 0.5-0.6 см/год. Уровень морского бассейна здесь 6 000 ¹⁴C лет т.н. находился на отметках 24 м н.у.м. (Corner et al., 2001). В районе пос. Верхнетуломский

соответствующую линию поднятия земной коры следует поместить примерно на 5-6 м ниже, чем положение береговых форм с предполагаемым возрастом 7000 ^{14}C лет, т.е. на 27-28 м н.у.м. (рис. 7). Основанием для этого может быть и наличие на абсолютных отметках рельефа 26-29 м отчетливых береговых форм, осадки которых содержат морскую микрофауну и раковины моллюсков (*Горецкий*, 1941; *Лаврова*, 1947).

Таблица. Радиоуглеродные датировки из донных отложений озер и материала береговых форм в долине р. Тулома и на побережье Кольского залива

№	Место отбора	Материал образца	Высота, м н.у.м.	Датировка, ^{14}C лет назад	Датированное событие	Источник
1	Оз. Раут (N68°39' E31°45'), долина р. Тулома	Глина с органикой	93	10 622±60	Изоляция озера от моря	<i>Колька и др.</i> , 2005
2	Безымянное озеро (N68°51' E32°41'), долина р. Тулома	Алевритистая гиттия	77	9 020±110	Начало биогенного осадконакопления	данная статья
3	Оз. Угольное (N68°48' E32°45'), долина р. Тулома	Алеврит с органикой	72	9 657±67	Изоляция озера от моря	<i>Колька и др.</i> , 2005
4	Безымянное озеро (N69°11.5' E33°24'), долина р. Тулома	Алевритистая гиттия	57	9 150±55	Изоляция озера от моря	<i>Corner et al.</i> , 2001
5	Безымянное озеро (N69°11' E33°24'), долина р. Тулома	Гиттия	48.5	9 165±65	Начало пресноводного осадконакопления	Там же
6	Морская терраса, урочище Кривец, долина р. Тулома	Раковины моллюсков (внутренняя фракция)	48.1	9 240±150	Морское осадконакопление	<i>Арсланов и др.</i> , 1974
7	Там же	Раковины моллюсков (промежуточная фракция)	48.1	9 490±100	Морское осадконакопление	Там же
8	Оз. Питьевое (N69°11' E33°24.5')	Алевритистая гиттия	41	9 340±100	Изоляция озера от моря	<i>Corner et al.</i> , 2001
9	Морская терраса, урочище Кривец, долина р. Тулома	Раковины моллюсков	33.6	8 980±180	Морское осадконакопление	<i>Арсланов и др.</i> , 1974
10	Безымянное озеро (N69°11' E33°23')	Алевритистая гиттия	28.5	7 790±100	Изоляция озера от моря	<i>Corner et al.</i> , 2001
11	Безымянное озеро (N69°14.4' E33°18.6')	Гиттия	26	8 140±65	Начало пресноводного осадконакопления	Там же
12	Безымянное озеро (N69°15.6' E33°14')	Алевритистая гиттия	22	5 830±95	Изоляция озера от моря	Там же
13	Морская терраса, долина р. Кожи, в 1 км выше устья	Раковины моллюсков	21	9 340±120	Морское осадконакопление	<i>Арсланов и др.</i> , 1974
14	Безымянное озеро (N69°15' E33°19')	Алевритистая гиттия	17	4 895±95	Изоляция озера от моря	<i>Corner et al.</i> , 2001
15	Оз. Финское (N69°15.6' E33°11.4')	Алевритистая гиттия	12	4 130±55	Изоляция озера от моря	Там же

При аналогичном подходе были реконструированы и относительные линии поднятия земной коры, соответствующие 5000 и 4000 ^{14}C лет. Так, в районе пос. Верхнетуломский они проведены на высоте соответственно 22 и 16 м н.у.м., в районе г. Полярный – 18 и 12 м н.у.м. (рис. 7). За последние 4000 лет скорость поднятия баренцевоморского побережья в исследованном районе уменьшилась до 0.2-0.3 см/год (*Snyder et al.*, 1996; *Corner et al.*, 1999; 2001). Имеющиеся данные по темпам современного поднятия Фенноскандии (*Ekman*, 1996) свидетельствуют, что для исследуемого района градиент поднятия стремится к нулю, т.е. есть основания говорить об изменении формы поднятия от куполообразной,

обусловленной гляциоизостазией, к блоковой, связываемой с проявлением собственно тектонических движений. Учитывая имеющиеся данные о скорости поднятия баренцевоморского побережья в течение последних 4 000 лет, линии поднятия 3 000, 2 000, и 1 000 ^{14}C лет на всем своем протяжении проведены на абсолютных высотах примерно 9, 6 и 3 м н.у.м.

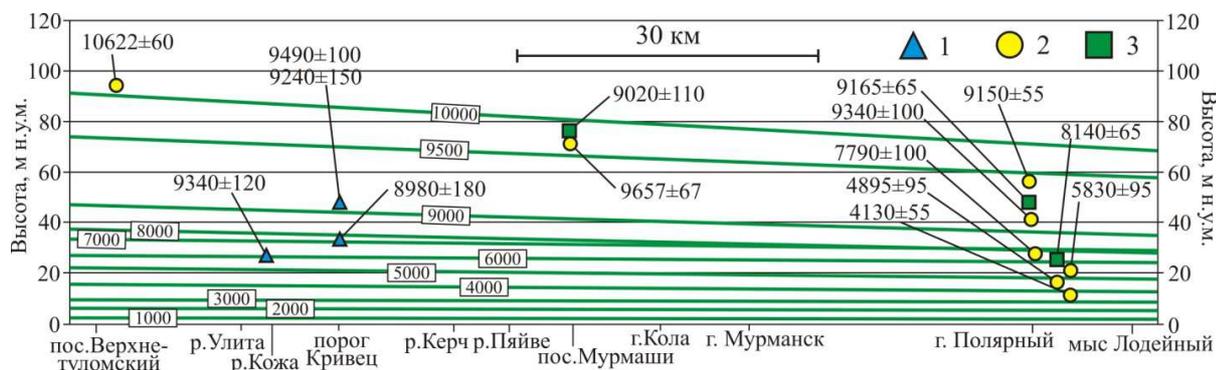


Рис. 7. Диаграмма релятивных линий поднятия земной коры северо-западной части Кольского региона, построенных вдоль долины р. Тулома и Кольского залива до мыса Лодейный. Линия профиля указана на рис. 1. Условными обозначениями показаны ^{14}C датировки морских осадков (1), донных отложений озер – переходной зоны от морских к озерным (2), континентального осадкообразования и начала биогенного осадконакопления в озерах (3), представленные в таблице.

6. Заключение

Кратко обобщая все представленные данные, полученные при изучении донных осадков изолированных бассейнов и береговых форм в долине р. Тулома и продолжающем ее Кольском заливе, можно сделать следующие выводы:

1. В аллерёде – позднем дриасе в долину р. Тулома в результате позднеледниковой трансгрессии проникали морские воды. Верхняя морская граница позднеледникового моря располагалась несколько выше 93 м н.у.м.

2. Регрессия позднеледникового морского бассейна началась около 10 500-10 600 ^{14}C лет назад.

3. Положение релятивных линий на эквидистанционной диаграмме, реконструированных для долины р. Тулома и продолжающего ее Кольского залива, показывает, что во временном интервале 10 000-4 000 ^{14}C лет имело место затухающее во времени куполообразное поднятие земной поверхности, в позднем голоцене здесь осуществляется равномерное блоковое поднятие земной коры.

4. Анализ диаграммы в юго-западной части долины р. Тулома, в районе пос. Верхнетуломский, позволяет говорить о быстрой морской регрессии со скоростью 4.0-4.5 см/год во временном интервале 10 000-9 000 ^{14}C лет т.н., когда эвстатическое поднятие моря значительно отставало от гляциоизостатического поднятия земной коры. Причем во временном интервале 10 000-9 500 ^{14}C лет скорость регрессии составляла около 3.5 см/год, а позже (9 500-9 000 ^{14}C лет назад) она увеличивалась до 5 см/год. Начиная с 9 000 ^{14}C лет, скорость регрессии значительно замедляется и во временном интервале 9 000-8 000 ^{14}C лет назад она составила примерно 1 см/год. Во время развития трансгрессии тапес (8 500 ^{14}C лет) на баренцевоморском побережье в верховьях р. Тулома скорость поднятия территории, которая отождествляется со скоростью регрессии береговой линии моря, составила здесь приблизительно 0.2 см/год. Позже, примерно до 4 000 ^{14}C лет назад, скорость поднятия земной коры увеличилась до 0.5-0.6 см/год. В течение последних 4 000 ^{14}C лет на всей протяженности долины р. Тулома и Кольского залива происходит равномерное блоковое поднятие территории со скоростью 0.2-0.3 см/год.

5. Градиент поднятия земной коры по линии профиля В-В', простирающейся вдоль долины р. Тулома и Кольского залива, 10 000 ^{14}C лет т.н. составил 22.5 см/км, позже он постепенно уменьшался до 5 см/км, причем последние 4 000 ^{14}C лет градиент поднятия стремится к нулю.

Литература

Atlas of British Diatoms. Ed. P.A. Sims. Bristol, 1996. 602 p.

Corner G.D., Kolka V.V., Yevzerov V.Ya., Moller J.J. Postglacial relative sea-level change and stratigraphy of raised coastal basins on Kola Peninsula, northwest Russia. Global and Planetary Change, 2001. V. 31. P. 153-175.

Corner G.D., Yevzerov V.Ya., Kolka V.V., Moller J.J. Isolation basin stratigraphy and Holocene relative sea-level change at the Norwegian-Russian border north of Nikel, northwest Russia. Boreas. 1999. V. 28, N 1. P. 146-166.

Donner J., Eronen M., Jungner H. The dating of the Holocene relative sea-level changes in Finnmark, North Norway. Norsk geografisk Tidsskrift. 1977. V. 31. P. 103-128.

- Ekman I., Iljin V.** Eastern Fennoscandian younger dryas and moraines. Espoo, Geol. Surv. Finland, 1991. P. 73-99.
- Ekman M.** A consistent map of the postglacial uplift of Fennoscandia. Terra Nova. 1996. V. 8. P. 158-165.
- Guiry M.D., Guiry G.M.** Algae Base. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. URL: <http://www.algaebase.org>; searched on 2014.
- Hustedt F.** Die diatommeenflora des Fluss-Systems der Weser im Gebiet der Hansestadt Bremen. Abhandlungen Naturwissenschaftlicher Verein zu Bremen. 1957. N 34. P. 181-440.
- Krammer K.** Cymbella // Diatoms of Europe: Diatoms of the European inland waters and comparable habitats. Ed. H. Lange-Bertalot. V. 3. A.R.G. Gantner Verlag K.G., Ruggell, 2002. 584 p.
- Krammer K.** Cymbopleura, Delicata, Navicymbula, Gomphocymbellopsis, Afrocyymbula Supplements to Cymbelloid Taxa // Diatoms of Europe: Diatoms of the European inland waters and comparable habitats. Ed. H. Lange-Bertalot. V. 4. A.R.G. Gantner Verlag K.G., Ruggell, 2003. 530 p.
- Krammer K.** The Genus Pinnularia // Diatoms of Europe: Diatoms of the European inland waters and comparable habitats. Ed. H. Lange-Bertalot. V. 1. A.R.G. Gantner Verlag K.G., Ruggell, 2000. 703 p.
- Krammer K., Lange-Bertalot H.** Bacillariophyceae. In: Süßwasserflora von Mittel-europa 2/1-4 (Ettl H. et al. eds). Gustav Fischer Verlag, Stuttgart/Jena, 1986-1991.
- Landvik J.Y., Bondevik S., Elverhøi A. et al.** The last glacial maximum of Svalbard and the Barents Sea area: Ice sheet extent and configuration. Quaternary Science Reviews. 1998. V. 17. P. 43-75.
- Lange-Bertalot H.** Navicula Sensu-Stricto, 10 Genera Separated from Navicula Sensu Lato, Frustulia // Diatoms of Europe: Diatoms of the European inland waters and comparable habitats. Ed. H. Lange-Bertalot. V. 2. A.R.G. Gantner Verlag K.G., Ruggell, 2001. 526 p.
- Ramsay W.** Über die Geologische Entwicklung der Halbinsel Kola in der Quartarzeit. Fennia. 1898. V. 16, N 1. 151 p.
- Romundset A., Bondevik S., Bennike O.** Postglacial uplift and relative sea level changes in Finnmark, northern Norway. Quaternary Science Reviews. 2011. V. 30, P. 2398-2421.
- Snyder J.A., Korsun S.A., Forman S.L.** Postglacial emergence and the Tapes transgression, north-central Kola Peninsula, Russia. Boreas. 1996. V. 25. P. 47-56.
- Tynni R.** Über Finnlands rezente und subfossile Diatomeen. VIII-XI. Geological survey of Finland, Bulletin 274, 284, 296, 312. 1975-1980.
- Арсланов Х.А., Кошечкин Б.И., Чернов Б.С.** Абсолютная хронология осадков поздне- и послеледниковых морских бассейнов на Кольском полуострове. Вестник ЛГУ, геология-география. 1974. № 12. С. 132-138.
- Барина С.С., Медведева Л.А., Анисимова О.В.** Биоразнообразие водорослей – индикаторов окружающей среды. PiliesStudio, Тель-Авив, 2006. 498 с.
- Геологическая карта Кольского региона (северо-восточная часть Балтийского щита) масштаба 1:500 000. Гл. ред. Ф.П. Митрофанов. Апатиты, 1996.
- Горецкий Г.И.** О роли местных географических условий в четвертичной истории (на примере изучения Кольской и Туломской долин на Кольском полуострове). Проблемы физической географии. 1941. Т. X. С. 55-73.
- Давыдова Н.Н.** Диатомовые водоросли – индикаторы природных условий водоемов в голоцене. Л., Наука, 1985. 243 с.
- Диатомовые водоросли СССР (ископаемые и современные). Т. I. Л., Наука, 1974. 403 с.
- Колька В.В., Демидова С.В., Феденя С.А.** Новые данные о трансгрессии позднеледникового моря в пределах Туломской депрессии // Теория и практика комплексных морских исследований в интересах экономики и безопасности российского Севера: Тез. докл. Междунар. науч.-практ. конф. Апатиты, КНЦ РАН, 2005. С. 71-73.
- Колька В.В., Евзеров В.Я., Мёллер Я.Й., Корнер Д.Д.** Перемещение уровня моря в позднем плейстоцене – голоцене и стратиграфия донных осадков изолированных озер на южном берегу Кольского полуострова, в районе поселка Умба. Известия АН. Серия географическая. 2013. № 1. С. 73-88.
- Колька В.В. и др.** Временная последовательность перемещения береговой линии Белого моря в голоцене по данным изучения донных отложений озер района Кузема (Северная Карелия). Известия РГО. 2014. Т. 146, Вып. 6. С. 14-26.
- Кошечкин Б.И.** Голоценовая тектоника восточной части Балтийского щита. Л., Наука, 1979. 158 с.
- Лаврова М.А.** Основные этапы четвертичной истории Кольского полуострова. Известия Всесоюзного географического общества. 1947. Т. 79, Вып. 1. С. 21-38.
- Лаврова М.А.** Четвертичная геология Кольского полуострова. Л., Изд-во АН СССР, 1960. 234 с.
- Лосева Э.И.** Атлас морских плейстоценовых диатомей европейского Северо-Востока СССР. СПб., Наука, 2000. 211 с.
- Никонов А.А.** Развитие рельефа и палеогеография антропогена на западе Кольского полуострова. М.-Л., 1964. 181 с.

References

- Arslanov H.A., Koshechkin B.I., Chernov B.S.** Absolyutnaya hronologiya osadkov pozdne- i poslednikovoy morskikh basseynov na Kolskom poluostrove [Absolute chronology of sediments of late- and postglacial marine basins on the Kola Peninsula]. Vestnik LGU, geologiya-geografiya. 1974. N 12. P. 132-138.
- Barinova S.S., Medvedeva L.A., Anisimova O.V.** Bioraznoobrazie vodorosley – indikatorov okruzhayushey sredy [Diversity of algal indicators in environmental assessment]. PiliesStudio, Tel-Aviv, 2006. 498 p.
- Geologicheskaya karta Kolskogo regiona (severo-vostochnaya chast Baltiyskogo shchita) masshtaba 1:500 000 [Geological map of the Kola region (north-eastern part of the Baltic Shield), scale 1: 500,000]. Gl. red. F.P. Mitrofanov. Apatity, 1996.
- Goretskiy G.I.** O roli mestnykh geograficheskikh usloviy v chetvertichnoy istorii (na primere izucheniya Kolskoy i Tulomskoy dolin na Kolskom poluostrove) [On the role of local geographical environment in the Quaternary history (in case study valleys of rivers Tuloma and Kola, Kola Peninsula)]. Problemy fizicheskoy geografii. 1941. T. X. P. 55-73.
- Davydova N.N.** Diatomovye vodorosli – indikatory prirodnykh usloviy vodoemov v golotsene [Diatoms – indicators of environmental conditions of water basins in the Holocene]. L., Nauka, 1985. 243 p.
- Diatomovye vodorosli SSSR (iskopaemye i sovremennye) [Diatoms of the USSR (fossil and modern)]. T. I. L., Nauka, 1974. 403 p.
- Kolka V.V., Demidova S.V., Fedenya S.A.** Novye dannye o transgressii pozdnelednikovogo morya v predelakh Tulomskoy depressii [New data about the Late Glacial transgression of the sea within Tuloma depression] // Teoriya i praktika kompleksnykh morskikh issledovaniy v interesakh ekonomiki i bezopasnosti rossiyskogo Severa: Tez. dokl. Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Apatity, KNTs RAN, 2005. P. 71-73.
- Kolka V.V., Evzerov V.Ya., Myoller Ya.Y., Korner D.D.** Peremeschenie urovnya morya v pozdnem pleystotsene – golotsene i stratigrafiya donnykh osadkov izolirovannykh ozer na yuzhnom beregu Kolskogo poluostrova, v rayone poselka Umba [Moving the sea level in the Late Pleistocene – Holocene and stratigraphy of bottom sediments of isolated lakes on the southern shore of the Kola Peninsula, near the village of Umba]. Izvestiya AN. Seriya geograficheskaya. 2013. N 1. P. 73-88.
- Kolka V.V. et al.** Vremennaya posledovatelnost peremescheniya beregovoy linii Belogo morya v golotsene po dannym izucheniya donnykh otlozheniy ozer rayona Kuzema (Severnaya Kareliya) [Relative sea-level change of the White Sea in the Holocene according to studying lake bottom sediments of the Kuzema region (North Karelia)]. Izvestiya RGO. 2014. T. 146, Vyp. 6. P. 14-26.
- Koshechkin B.I.** Golotsenovaya tektonika vostochnoy chasti Baltiyskogo shchita [Tectonics of the eastern part of the Baltic Shield during the Holocene]. L., Nauka, 1979. 158 p.
- Lavrova M.A.** Osnovnye etapy chetvertichnoy istorii Kolskogo poluostrova. Izvestiya Vsesoyuznogo geograficheskogo obshchestva [The main stages of the Quaternary history of the Kola Peninsula]. 1947. T. 79, Vyp. 1. P. 21-38.
- Lavrova M.A.** Chetvertichnaya geologiya Kolskogo poluostrova [The Quaternary geology of the Kola Peninsula]. L., Izd-vo AN SSSR, 1960. 234 p.
- Loseva E.I.** Atlas morskikh pleystotsenovykh diatomey evropeyskogo Severo-Vostoka SSSR [Atlas of Pleistocene marine diatoms in the European North-East of the USSR]. SPb., Nauka, 2000. 211 p.
- Nikonov A.A.** Razvitie relefa i paleogeografiya antropogena na zapade Kolskogo poluostrova [The relief development and the anthropogene palaeogeography in the West Kola Peninsula]. M.-L., 1964. 181 p.

Информация об авторах

Толстобров Дмитрий Сергеевич – Геологический институт КНЦ РАН, мл. науч. сотрудник, e-mail: tolstobrov@geoksc.apatity.ru; tolstobrovds@gmail.com

Tolstobrov D.S. – Geological Institute KSC RAS, Junior Researcher, e-mail: tolstobrov@geoksc.apatity.ru

Толстоброва Алёна Николаевна – Геологический институт КНЦ РАН, мл. науч. сотрудник, e-mail: alexeeva@geoksc.apatity.ru

Tolstobrova A.N. – Geological Institute KSC RAS, Junior Researcher, e-mail: alexeeva@geoksc.apatity.ru

Колька Василий Васильевич – Геологический институт КНЦ РАН, канд. геол.-мин. наук, зав. лабораторией, e-mail: kolka@geoksc.apatity.ru

Kolka V.V. – Geological Institute KSC RAS, Cand. of Geol.&Miner. Sci., Head of Laboratory, e-mail: kolka@geoksc.apatity.ru

Корсакова Ольга Павловна – Геологический институт КНЦ РАН, ст. науч. сотрудник, канд. геогр. наук; Апатитский филиал МГТУ, кафедра геологии и полезных ископаемых, доцент, e-mail: korsak@geoksc.apatity.ru

Korsakova O.P. – Geological Institute KSC RAS, Cand. of Geogr. Sci., Senior Researcher; MSTU Apatity Branch, Geology and Mineral Department, Associate Professor, e-mail: korsak@geoksc.apatity.ru