

© А. А. БОБКОВ, Р. И. МАЙ, Е. И. ЛАЗАРЕВА, В. А. СПИРИДОНОВ

ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ БЕРЕГОВ И ОКЕАНОЛОГИЧЕСКИЙ РЕЖИМ КУТОВОЙ ЧАСТИ ГУБЫ АМБАРНОЙ (КОЛЬСКИЙ ПОЛУОСТРОВ)

Введение. Несмотря на всеохватность изучения акваторий, доступных дистанционным методам исследования Земли, насчитывается достаточное число мест, имеющих обособленный режим формирования прибрежных природных комплексов в силу их физико-географического положения. Особый интерес представляют водоемы, частично изолированные от моря. Исследование гидрологических и гидробиологических особенностей таких водоемов представляет значительный интерес, поскольку ограничение водообмена, проявляющееся в той или иной степени, является своего рода естественным экспериментом, в котором модифицируются различные процессы в морских прибрежных экосистемах. Одним из таких мест является кутовая часть губы Амбарной (северо-западное побережье Кольского полуострова), где в период с 19 по 27 августа 2011 г. выполнялись комплексные морские исследования (рис. 1). Целью этих работ была оценка вклада приливных компонентов в изменчивость океанологических условий, влияющих на состояние акватории и гидробионтов во внутренних водоемах, генетически связанных с Баренцевым морем.

Краткая характеристика района исследования. Гидрологический режим юга Баренцева моря, к которому принадлежит губа Амбарная, определяется его географическим положением, характером водообмена с соседними морями и рельефом дна. В прибрежных районах, кроме того, важную роль в формировании режима играют приливные явления, береговой сток и сложная конфигурация береговой линии.

Относительная мелководность моря и сложный рельеф дна с многочисленными впадинами и банками оказывают большое влияние на довольно устойчивую систему постоянных теплых и холодных течений, распространение приливной волны и характер приливных течений, на условия прогрева и охлаждения водных масс.

Согласно сложившимся представлениям [4], приливо-отливные явления (колебания

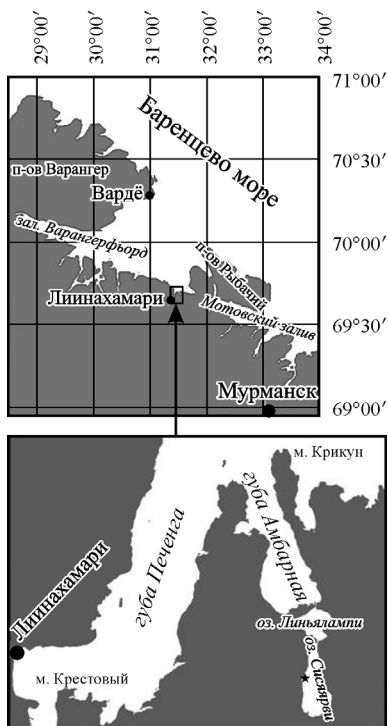


Рис. 1. Карта района.

Место постановки мареографа в оз. Сисяярви обозначено звездочкой в нижней половине рисунка.

уровня моря и приливные течения) имеют в южной части Баренцева моря полусуточный (иногда неправильный полусуточный) характер.

Приливная волна приходит в Баренцево море из Атлантического океана и распространяется на восток. На ее продвижение, особенно в прибрежной полосе, влияют местные условия — конфигурация и морфология береговой черты, рельеф дна, значительно трансформирующие приливной поток в отдельных участках акваторий и определяющие их океанологический и гидробиологический режимы.

Приливо-отливные явления более всего ощущаются в прибрежной зоне и в проливах, где величина колебаний уровня моря более 4 м, а скорость приливных течений может превышать 4 узла. Величина квадратурного прилива колеблется от 0.3 до 2.5 м, сизигийного — от 0.7 до 4.6 м [4].

Достаточно сложными в динамическом отношении являются те участки побережья, где приливной поток заходит в узкие губы, в которых помимо релаксации приливной волны в их вершинах наблюдается развитое приливное перемешивание, нарушающее стратификацию вод и способствующее в таких местах образованию сулоев. К акваториям, находящимся под сильным влиянием прилива, можно отнести губу Амбарная и ее продолжение в виде двух ковшей — внутренних соленых озер Линьялампи и Сисяярви. Узкости (перемычки) между ковшами логично называть соответственно первыми и вторыми перемычками или порогами.

Материалы и методика. В основу публикации положены экспедиционные данные, собранные в 2011 г. в губе Амбарной, аналогично измерениям по губе Ивановской [2], которые дополнены геолого-геоморфологическим описанием береговой полосы.

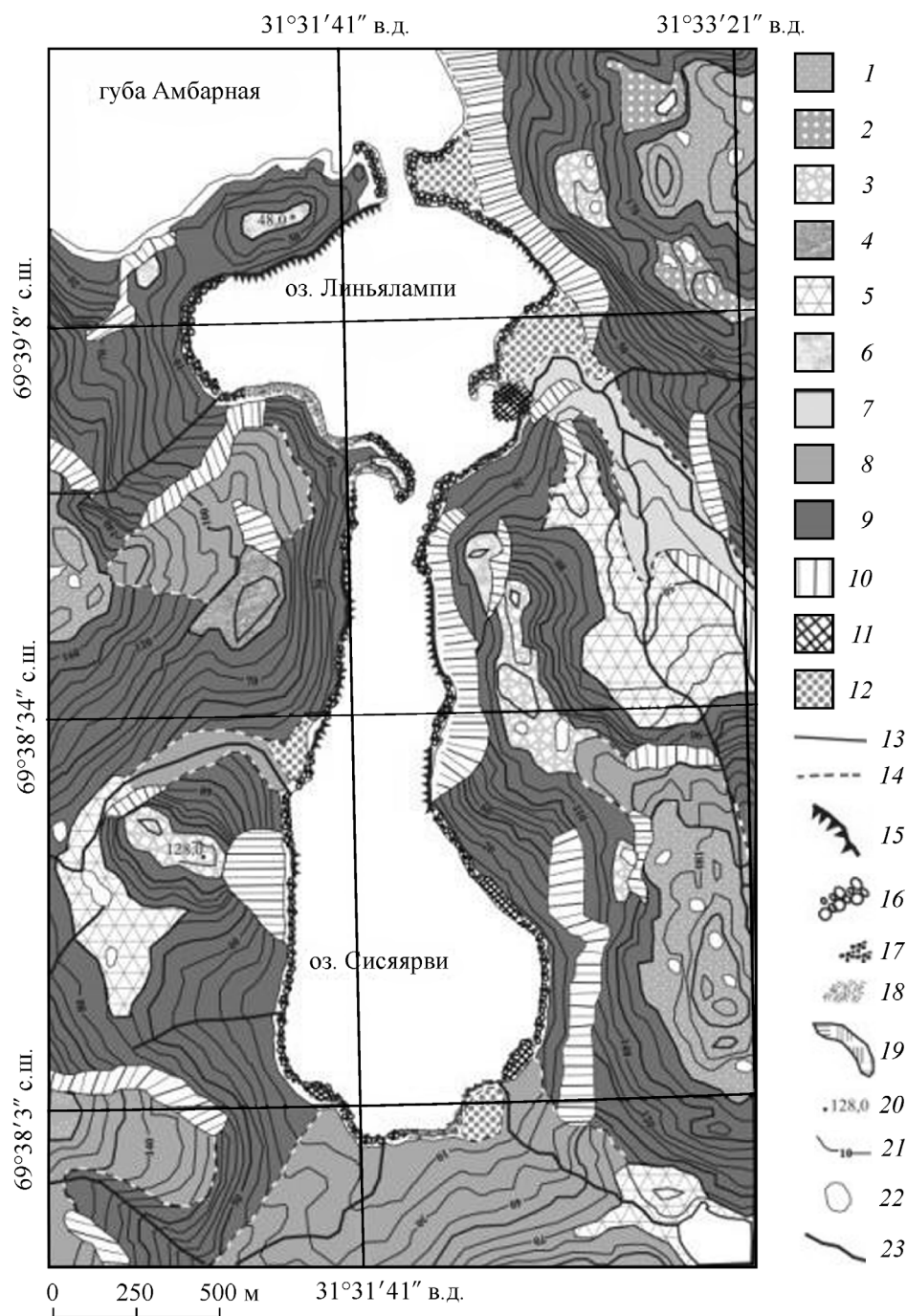
Исследования береговой полосы. Обследование побережья выполнялось визуально по реперным точкам с привязкой описаний геокомплексов к карте по GPS.

Наблюдения над уровнем моря. Для оценки приливо-отливной изменчивости океанологических условий в оз. Сисяярви на глубине порядка 6 м был выставлен мареограф «Прилив-2Д», позволяющий регистрировать колебания уровня и температуры воды на горизонте установки. Начало измерений 19 августа в 17 ч; окончание — 27 августа в 17 ч (время московское). Дискретность отсчетов 1 час. Точность по температуре 0.1 °С, по уровню — 1—2 см.

Астрономические условия. Из теории приливов известно, что характер и интенсивность приливо-отливных движений тесно связаны с изменением фаз и склонений Луны. При наибольших северных или южных склонениях Луны максимально выражено суточное неравенство приливов (несоответствие по высоте ближайших полных вод), при полнолунии или новолунии наиболее выражено фазовое неравенство приливов (сизигийный прилив). Даты фаз и склонений Луны взяты из [5].

Обсуждение результатов. Геоморфологическое строение побережья озер Линьялампи и Сисяярви. Параметры водоемов измерены по карте м. : 1 : 50 000. Оз. Линьялампи имеет площадь 394 234 м², протяженность береговой черты 3040 м, максимальные размеры в поперечнике 0.9 × 0.75 км; оз. Сисяярви имеет площадь 629 900 м², периметр 4210 м, максимальные размеры 0.65 × 1.7 км. Результаты геолого-геоморфологических обследований береговой полосы обоих озер обобщены на рис. 2.

С геоморфологической точки зрения по конфигурации береговой черты, наземному и подводному рельефу губу Амбарную и оба озера следует отнес-



ти к водоемам фиардового типа. В формировании ее впадины могли принять участие тектонические разломы главным образом четырех направлений. 1. ССВ формирует впадину оз. Сисяярви. 2. ССЗ хорошо виден на космоснимках и выражен в изогипсах восточного берега губы Амбарной; к югу этот разлом прослеживается в виде ущелья, далее он меняет направление на ЗЮЗ, а затем на ЮЮЗ. Ущелье, вероятно, маркирует границу архейских гранитоидов и архейских гнейсов. 3. ВСВ находится к западу от губы Амбарная и образует порог перед 1-м ковшом. Видимо, по этому разлому происходило внедрение основных пород, сформировавших перемычку. 4. ЗСЗ — восточный берег оз. Линьялампи; здесь проходит зона контакта архейских гранитоидов.

Район обследования расположен в пределах Балтийского кристаллического щита. Здесь мурманский массив гранитов контактирует в районе ущелья со свитой гнейсов, а на севере — с микроклиновыми гранитами [1]. Нижним археем датируется комплекс гнейсов, образующих складчатые толщи, последовательно интродуцированные олигоклазовыми гранитами. Комплекс куполовидных микроклиновых гранитов относится к верхнему архею. По трещинам в гранитных массивах происходило развитие кварцевых жил и узлов. Позднее, вероятно уже в протерозое, по разломам внедрялись основные породы.

Формирование берегового рельефа происходило в течение длительного периода континентального развития в условиях устойчивого поднятия и сплошного распространения кристаллических пород. Одновременно протекали тектонические процессы (образование разломов, внедрение интрузий, вертикальные блоковые подвижки), денудационные и аккумулятивные процессы. В четвертичном периоде рельеф был «омоложен» деятельностью ледников. Направление движения ледника совпадало с направлением основных морфоструктур, что усилило контрастность рельефа [1]. Результатом явился низкогорный (максимальная высота в исследуемом районе 292 м) и сильно расчлененный рельеф. Его основные современные формы: структурно-денудационное плато со всхолмленной поверхностью и склонами различной крутизны: от очень крутых (угол склона $>35^\circ$) и почти вертикальных обрывов до наименее распространенных — пологих (угол склона $<8^\circ$).

Побережье обоих озер представляет собой чередование клифов и пляжей. Клифы высотой до 80 м расположены вплотную или в нескольких метрах от уреза воды. Пляжевые участки представлены валунно-галечной, галечной и песчаной фракциями. Ширина пляжа обычно варьирует от метра до десятка метров. На побережье озер встречаются ватты. Они свойственны главным образом кутовой части фиарда. В южной части Сисяярви ватты в отлив осушены не полностью и представляют собой мелкие озерца, отгороженные от материнского водоема косой из валунов.

Рис. 2. Геоморфологическая карта побережья озер Линьялампи и Сисяярви.

Рельеф денудационный. Структурно-денудационное плато на абс. высотах, м: 1 — 210—170, 2 — 170—150, 3 — 150—120, 4 — 120—90, 5 — 90—50, 6 — 50—40. Склоны (град): 7 — пологие <8 , 8 — средней крутизны 8—15, 9 — крутые 15—35, 10 — >35 осыпные.

Рельеф аккумулятивный: 11 — ватты, 12 — флювиогляциальная аккумулятивная равнина. *Формы и элементы рельефа.* Геоморфологические границы: 13 — четкие, 14 — предполагаемые, 15 — абразионные уступы (клиф). Пляжевые участки, представленные фракциями: 16 — валунно-галечной, 17 — галечной, 18 — песчаной; 19 — фрагмент морены, 20 — высотные отметки, 21 — изогипсы, 22 — озера, 23 — водотоки.

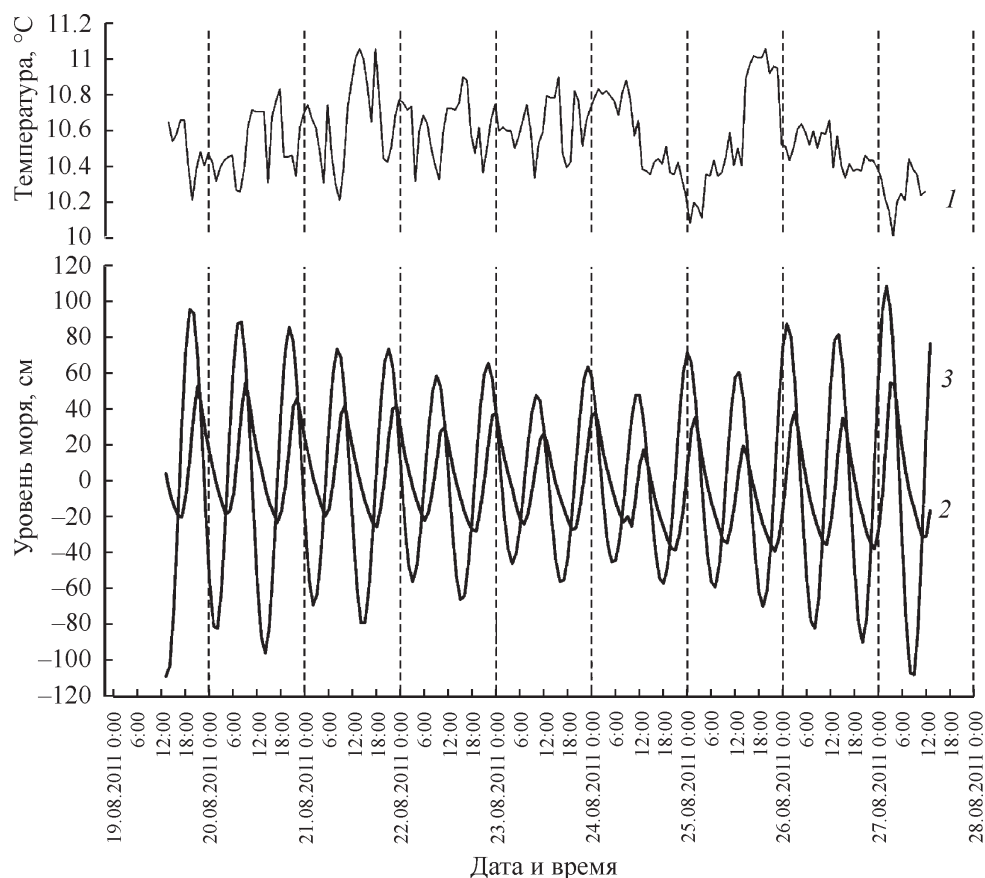


Рис. 3. Изменения температуры воды (1) и уровня в оз. Сисяярви по данным мареографа (2) за период с 19 по 27 августа 2011 г. и предвычисленный приливной уровень моря (3) в п. Лиинахамари (губа Печенга).

Флювиогляциальные и гляциальные отложения в обследованном районе практически не встречаются. Флювиогляциальными отложениями сложены плосковершинные холмы, расположенные напротив рек, ручьев, на побережье озер, а также на перемычке между губой и 1-м ковшом. На перемычке между двумя озерами находится фрагмент морены высотой до 5 м. В плане он имеет форму амфитеатра, в профиле прослеживается седловина. Эта форма рельефа сложена несортированными обломками разной размерности (валуны, гравий, галька) с песчаным заполнителем.

В оз. Сисяярви на морфологически различных участках дна с глубин от 10 до 22 м были взяты пробы на гранулометрический анализ. На большей части из них преобладают грунты с превалирующим содержанием мелкой и крупной гальки. Повсеместно встречаются обломки раковин и литотамния. Лишь в пробах из кутовой части озера увеличивается процентное содержание более мелких фракций. На глубинах 13—21 м был встречен камчатский краб (*Paralithodes camtschaticus*).

Колебания уровня моря. Изменчивость океанологических условий оз. Сисяярви иллюстрирует рис. 3. На рисунке видны полусуточные колебания уров-

ня моря размахом до 90 см, более выраженные в начале и конце периода наблюдений. Временной ход температуры воды сложнее, и на графике прослеживаются флуктуации более мелкого масштаба. Одной из причин ее изменения можно предполагать ветер, неоднократно менявший с 19 по 27 августа направление и силу, который мог способствовать выхолаживанию поверхностного слоя при одновременной адвекции тепла или холода приливным потоком, что нарушило стратификацию вод. В спектральной плотности временного хода температуры воды помимо более низкочастотных колебаний выделяются пики на частотах, соответствующих периодам 24 и 12 ч. Коэффициент парной корреляции между рядами температуры и уровня моря составляет -0.19 ; максимальный коэффициент парной корреляции (0.34) между этими рядами достигается при сдвиге ряда температуры относительно измерений уровня на 9 ч.

Обращаясь к календарю астрономических ситуаций, следует сказать, что полнолуние было 13-го, последняя четверть — 21-го, а новолуние — 29 августа; максимальные склонения Луны — 8-го (южное -23°) и 23 августа (северное 23°). Таким образом, во временном ряду в начале и в конце периода измерений ожидалась максимальная амплитуда полусуточного прилива, минимальная — в его середине (квадратурный прилив), что действительно обнаруживается на графиках рис. 3.

Относительная изолированность обоих озер не означает, что их режим находится вне действия приливо-отливных движений, — через узкие и мелкие проливы приливная волна, сильно трансформируясь, проникает последовательно в озера Линьялампи и Сисяярви. По данным мареографа, колебания уровня во 2-м ковше имеют выраженную полусуточную изменчивость, что соответствует сложившимся представлениям. Для сопоставления измеренного уровня в оз. Сисяярви возьмем данные о приливе по губе Печенга, расположенной в непосредственной близости от губы Амбарной (рис. 1). Близкое расположение обеих губ позволяет предположить, что приливной режим в них должен быть идентичным. Следовательно, отличия в уровне воды в оз. Сисяярви от высоты прилива в губе Печенга нужно объяснять трансформацией приливной волны, приходящей из губы Амбарной в Линьялампи и Сисяярви через мелкие и узкие пороги. В [6] для губы Печенга имеются гармонические постоянные только по пункту Лиинахамари. По этим данным на август 2011 г. был предвычислен уровень моря, который мы возьмем для сравнения с данными измерений. Следует оговориться, что для Лиинахамари в таблицах приливов даны гармонические постоянные только четырех основных волн: M_2 , S_2 , K_1 и O_1 , следовательно, предвычисления не учитывают влияния мелководных гармоник и параллактических неравенств. Тем не менее есть основания предположить, что предвычисленные высоты прилива и время наступления полных и малых вод соответствуют действительности.

Сравнивая уровни на Сисяярви и в Лиинахамари, можно видеть, что высоты прилива в обеих акваториях меняются квазисинхронно, однако колебания уровня во втором ковше имеют меньшую амплитуду, чем колебания уровня в Лиинахамари. В губе Печенга средняя высота прилива за исследуемый отрезок времени составила 153 см, а в Сисяярви — 72 см. Это означает, что приливная волна, продвигаясь из губы Амбарной через два мелководных пролива, уменьшается более чем в 2 раза.

В Лиинахамари время падения и подъема уровня моря примерно равны: в среднем от малой до полной воды проходит 5 ч 48 мин, а от момента макси-

**Оценка вклада некоторых гармоник
в общий спектр колебания уровня моря**

Гармоники	Амплитуда, см
Суточная	5.3
Полусуточная	28.7
1/3-суточная	1.6
1/4-суточная	6.9
1/6-суточная	1.3
1/8-суточная	0.6

мального уровня моря до минимального — 6 ч 13 мин (отношение времени роста уровня к времени падения составляет 0.9). Для Сисяярви по рис. 3 можно проследить другую особенность — уровень моря растет быстрее, чем падает: среднее время роста равно 4 ч 34 мин, время падения — 7 ч 44 мин (отношение продолжительности прилива к продолжительности отлива составляет 0.6). Такая картина характерна для приливных волн, распространяющихся по мелководью: гребень волны пытается «догнать» подошву. В результатах гармонического и спектрального анализа этот феномен проявляется в наличии ряда короткопериодных обертонов, обер- и унтергармоник.

Из рис. 3 видно, что время наступления полной воды в Сисяярви запаздывает более чем на 1.5 ч относительно момента установления максимального приливного уровня в Лиинахамари. В то же время лунный промежуток (время, отсчитываемое от момента кульминации Луны на меридиане места до момента наступления полной или малой воды) малых вод для оз. Сисяярви увеличен на 3 ч относительно аналогичного параметра в губе Печенга.

Гармонический анализ мареографных данных был выполнен по методу наименьших квадратов. В общем спектре колебаний уровня выделены суточная, полусуточная, 1/3-суточная, 1/4-суточная, 1/6-суточная и 1/8-суточная гармоники (см. таблицу). Наибольшая амплитуда, как и следовало ожидать, отмечается у полусуточной гармоники. На втором месте по вкладу в общую дисперсию уровня значится четвертьсуточная компонента: амплитуда обертона полусуточной гармоники превышает даже амплитуду суточной гармоники. Роль суточной гармоники, согласно теории приливов, должна быть более выраженной в момент максимального склонения Луны 23—24 августа 2011 г. Отношение амплитуд суточной и полусуточной волны равно 0.18. В классификациях приливов по Крюммелю и Дефанту это соотношение соответствует полусуточному типу приливов.

Ввиду недостаточной длины временного ряда гармоники не разделялись на внутригрупповые, т. е. приведенная полусуточная составляющая есть нечто среднее по всем полусуточным гармоникам M_2 , S_2 , N_2 , K_2 и др. Периоды гармонических колебаний в таблице соответствуют периодам волн: M_2 , K_1 , M_3 , M_4 , M_6 , M_8 . В данном случае амплитуды и фазы, вычисленные по такому короткому ряду, применимы только для фильтрации прилива. Они не являются классическими гармоническими постоянными, но достаточны для предварительного анализа. Чтобы получить именно гармонические постоянные, предполагается использовать парный метод или метод Франко.

Специфика водообмена. Сравнение значений температуры и солености, по югу Баренцева моря для летнего периода года, взятых из [3], со значения-

ми, полученными во внутренних озерах, подтверждает, что в процесс водообмена вовлечены баренцевоморские водные массы, T, S — индексы которых соответственно 8—9 °C и 33.5 ‰.

Мелководные пороги существенно ограничивают водообмен обеих озер с материнским морем, способствуют гидрологической изоляции водоемов от устья к вершине, создают в них локальные экосистемы со специфической морской биотой. В результате изоляции уменьшается амплитуда приливо-отливных явлений (течений и уровня моря), возникает сезонная (летняя, за счет увеличения инсоляции) и квазипостоянная стратификация вод. Во 2-м ковше высота прилива уменьшается по отношению к величине уровня, наблюдаемого в губе Амбарная (2 м), примерно вдвое.

Поплавковые измерения, организованные на первых и вторых порогах для оценки силы приливо-отливного течения в узкостях, позволяют предполагать сложный характер распространения приливного потока в обоих ковшах. Так, на второй перемычке у восточного берега вне зависимости от фаз прилива или отлива наблюдался постоянный сток воды в сторону открытого моря, занимавший полосу шириной до 5 м (при ширине протоки в отлив до 30 м). На это указывали перемещения поплавков, заброшенных ближе к берегу, и наклон бурых водорослей, постоянно «смотрящих» в одну и ту же сторону (поплавковые наблюдения выполнялись трижды на обеих перемычках в течение порядка 10 ч с дискретностью 30 мин). Последнее позволяет предполагать, что прилив входит в Сисяярви клинообразно, смещен к западному берегу и не омывает восточный, что действительно оба наблюдателя фиксировали визуально.

Колебания уровня моря хорошо соотносятся с моментами активизации и ослабления приливного потока, входящего в ковши со стороны Баренцева моря. Наблюдения показали, что наибольшую силу приливное течение имеет на входе в оз. Линьялампи. Замеренная максимальная скорость в фазу прилива составила 0.7—1.2 м/с на 1-й перемычке и 0.4—0.6 м/с — на второй. При отливе на 2 порогах средние скорости течения порядка 0.4, максимум 1.5 м/с; на 1-й — максимально до 2.3 м/с. Время наступления полных и малых вод во 2-м ковше практически совпадает с моментами реверса приливного потока на обоих порогах.

Войдя в Сисяярви, приливной поток прослеживался визуально по поверхности на удалении в 20—30 м от 2-й перемычки. Что с ним происходит в дальнейшем, не ясно. Вероятно, что воды, пришедшие со стороны Баренцева моря, вследствие приливного перемешивания заглубляются и распространяются к противоположному берегу в подповерхностном слое.

Выводы

1. При обследовании прибрежной полосы озер Линьялампи и Сисяярви составлена подробная геоморфологическая карта территории.
2. Данные мареографа позволили инструментально оценить колебания уровня в оз. Сисяярви и выделить основные гармоника.
3. По характеру циркуляции можно предполагать формирование на фазе прилива во 2-м ковше грибовидного течения. Его «ножкой» является сам приливной поток, проникающий во 2-й ковш, тогда как его «шляпка» дивергирует за счет отбойного эффекта от южного берега оз. Сисяярви. Прижима-

ясь к восточному берегу 2-й перемычки, струя воды входит узкой полосой в 1-й ковш и образует своеобразный канал, в котором сток не прекращается. Наличие такого канала может иметь значение и для перемещения организмов между ковшами губы Амбарной и морем как путем переноса планктонных организмов (включая личинок донных беспозвоночных), так и за счет миграций активных представителей бентоса, например камчатского краба.

Авторы выражают глубокую благодарность своим коллегам — участникам экспедиции: М. В. Переладову, С. Е. Аносову, Ю. В. Деарту, А. В. Лабутину, У. В. Симаковой, М. Б. Соколину, Н. Б. Тальбергу, Е. В. Войдакову.

Исследование поддержано программой ресурсных исследований ВНИРО и проектами РФФИ № 10-04-01764-а, 11-04-10137-к и 12-053391, грантом правительства РФ № 11.G34.31.0025.

Список литературы

- [1] *Антропов П. Я.* Геология СССР. М.: Госгеолтехиздат, 1958. 710 с.
- [2] *Бобков А. А., Стрелков П. П., Ильина А. Н.* Приливная изменчивость океанологических условий подводных ландшафтов сублиторали губы Ивановской // *Вестн. СПбГУ. Сер. 7.* 2010. Вып. 1. С. 86—99.
- [3] *Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Т. 1. Баренцево море. Вып. 1.* Гидрометеорологические условия. Л.: Гидрометеоиздат, 1990. 280 с.
- [4] *Лоция Баренцева моря. Ч. II.* СПб.: Изд-во ГУНиО, 2006. 260 с.
- [5] *Морской астрономический ежегодник на 2011 г.* СПб.: Изд-во ГУНиО, 2010. 336 с.
- [6] *Таблицы приливов. Т. II. Гармонические постоянные для предвычисления приливов. Ч. I и II. Л.: Изд-во Гидрографического управления ВМФ СССР, 1940. 295 с.*

Санкт-Петербург
abbk-437@yandex.ru
Санкт-Петербургский
государственный университет

Поступило в редакцию
19 февраля 2013 г.

Изв. РГО. 2013. Т. 145. Вып. 6

© А. А. ФЕДОТОВА,* М. В. ЛОСКУТОВА**

ВЕЛИКО-АНАДОЛЬСКОЕ ЛЕСНИЧЕСТВО И СОЗДАНИЕ ЛЕСНОГО ОПЫТНОГО ДЕЛА В РОССИИ (1840—НАЧАЛО 1890-Х ГГ.)

Вопрос о средообразующем влиянии лесов, тесно связанный с политикой и практикой земле- и природопользования, был предметом активных дискуссий уже в XIX в. В ходе дискуссий публицисты часто обращались к мнению ученых, что считалось наиболее надежным аргументом. Однако сама сущность «научных» аргументов, использовавшихся для поддержания той или иной точки зрения, претерпела серьезные изменения в течение века, в про-