

Пантюлин А. Н., Краснова Е. Д. Отделяющиеся водоемы Белого моря: новый объект для междисциплинарных исследований. 2011. «Геология морей и океанов: Материалы XIX Международной научной конференции (Школы) по морской геологии. Т. III. - М.: 2011. С. 241-245.

Пантюлин А. Н.¹, Краснова Е. Д.²

(Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, ¹географический факультет, ²биологический факультет, г. Москва, e-mail: apantiulin@newmail.ru)

Отделяющиеся водоемы Белого моря: новый объект для междисциплинарных исследований

Pantiulin A. N.¹, Krasnova E. D.²

(Lomonosov Moscow State University, ¹Faculty of Geography, ² Faculty of Biology, Moscow)

Separating basins of the White Sea: new field for interdisciplinary research

1. Берега и дно Кандалакшского залива Белого моря поднимаются со средней скоростью 0,5 см/год. Береговая линия залива отличается сильной изрезанностью, вдоль берегов расположено много островов, характерная особенность рельефа дна – чередование котловин и порогов. В этих условиях по всему побережью происходит постепенное обособление и отделение от моря небольших водоемов. Их общее количество оценивается от одной до нескольких сотен. Объединяющая водоемы гидрологическая особенность – слабый постоянный пресный сток.

2. Несколько таких водоемов, расположенных в окрестностях Беломорской биологической станции МГУ изучаются уже более 10 лет [1,2]. Среди них оказались объекты, находящиеся в разных стадиях отделения, что позволило провести их сравнительный анализ и выявить основные особенности гидрологической эволюции. Все водоемы имеют близкие морфометрические характеристики: горизонтальные размеры 100 – 200 м, около половины площади с глубинами до 1 м, локальную котловину глубиной 4 – 8 м, глубину порога менее 1 м. Предварительно выделяются три стадии отделения.

3. **Первая стадия** отделения сопровождается сохранением полусуточного ритма приливного водообмена водоема с морем. Но поднимающийся порог делает водообмен все более асимметричным. Продолжительность прилива сокращается, а продолжительность отлива увеличивается. Влияние моря

уменьшается, но существенного сдвига в сторону опреснения водоема не происходит, вся пресная вода свободно стекает через порог. Определенные признаки обособленности, тем не менее, начинают проявляться. Поверхностный слой в водоеме летом имеет температуру на 1-3° выше, а соленость на 1-3 единицы ниже, чем в море. Вода, заполняющая котловину, получает свою соленость зимой в процессе осолонения при льдообразовании. Эта соленость устойчиво оказывается выше на 3-5 единиц солености поверхностных вод и почти не изменяется в течение лета. Сезонная трансформация температуры воды происходит по всей глубине до дна. Летом в водоеме образуются две зоны: аэробная и анаэробная. Максимум содержания кислорода (150 - 200 % насыщения) располагается в нижней части галоклина (2 – 3 м) или под ним. В придонном слое в разной степени, в зависимости от года и сезона, отмечается присутствие сероводорода. В структуре вод водоема проявляется влияние адвекции из моря в виде промежуточных квазиоднородных слоев.

4. **Вторая стадия** отделения связана с важным качественным изменением – прекращением регулярного водообмена между морем и водоемом. Порог перекрывает весь диапазон колебаний уровня моря и проникновения морских вод становятся эпизодическими при совпадении сизигийных приливов и нагонов. Водоем уже практически отделился от моря, но высота порога, при этом, не препятствует свободному стоку поверхностных вод, поэтому он не опресняется. Это состояние **водоема – изгоя**, отторгнутого морем, но не освоенного суши. Продолжительность этой стадии эволюции оценивается, по крайней мере, в несколько десятилетий. Водоем начинает жить своей собственной, во многом независимой от главных водных стихий, жизнью, у него появляются своеобразные черты и поведение. Причем это касается всех свойств обособленного водного тела: физических, химических, биологических и других.

5. Одно из важнейших физических свойств водоема, обретенных в результате обособления, заключается в проявлении в нем **молекулярных механизмов обмена теплом и солями**. В тотально турбулентных морских водоемах процессы молекулярного обмена невозможно проследить. Но, когда водоем в равной степени оказывается защищенным порогом от морской турбулентности (приливных течений) и лесным поясом от ветровой турбулентности, то в нем начинают работать процессы молекулярного обмена. В отличие от турбулентности, которая одинаково переносит тепло и соли, молекулярный обмен теплом происходит примерно в сто раз интенсивнее, чем обмен солями. По этому признаку его нетрудно обнаружить. Наблюдения за сезонной изменчивостью вертикальной структуры вод в водоеме подтверждают это (Рис.1). Хорошо

видны большие различия в вертикальных распределениях температуры и солености, а, также, в их сезонном ходе. Волны тепла без затруднений распространяются от поверхности до дна водоема, а структура солености сохраняет двухслойное строение и сезонные изменения происходят в слоях раздельно. В поверхностном слое соленость, как правило, монотонно увеличивается от весны к осени. В нижнем слое в одни годы соленость была однородна и неизменна в течение теплого сезона, а в другие годы она уменьшалась на 0,5 – 1,0 единицу, сохраняя вертикальную однородность. Это факт (хотя повторялся неоднократно) требует дальнейшей проверки, но у него есть только одно рациональное объяснение. Такое может быть при поступлении пресных или соленых вод через дно водоема и их смешении с водами нижнего слоя.

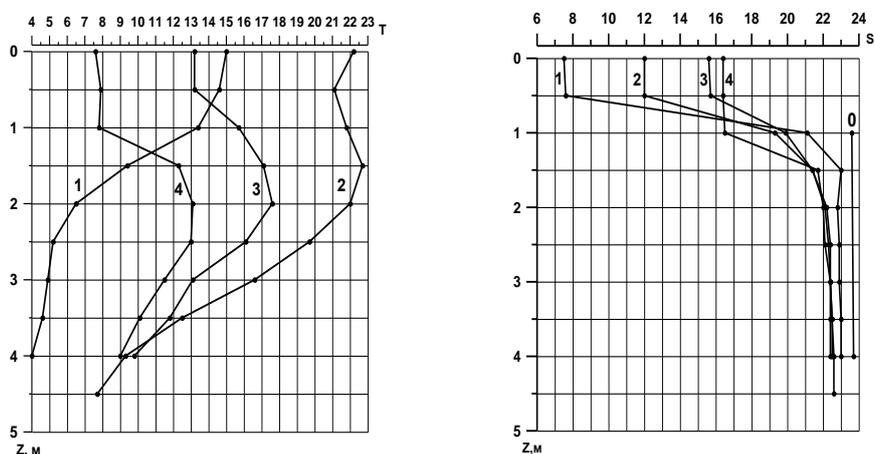


Рис.1 Вертикальные распределения температуры и солености в Кисло-сладком озере в 2010 г. 1 – 04.06.2010; 2 - 28.07.2010; 3 – 20.08.2010; 4 – 30.09.2010; 0 – 01.02.2010

6. Многолетние наблюдения изменений **солености** в котловине Кисло-сладкого озера выявили очень большую ее **изменчивость** (Рис.2). Диапазон колебаний, от 21,5 до 30 единиц солености, кажется неожиданным. Особенно три года, когда соленость была выше 28 единиц, то есть превышала зимнюю соленость в море. Это результат действия процесса осолонения при льдообразовании, который срабатывает не всегда. Эффект максимален при холодном и малоснежном начале зимы, но может вообще не проявляться, если начало зимы сопровождается выпадением снега. Обновление вод котловины происходит каждый год

двумя процессами, зимней вертикальной конвекцией и адвекцией вод через дно. Последний феномен наблюдался только один раз, в феврале 2009 года. Подземный приток вод возможен не только зимой, но в другое время. Вообще подводные родники в данном районе моря довольно распространенное явление. Они имеют разное время жизни, то исчезают, то спустя несколько лет возникают вновь, нередко на том же месте.

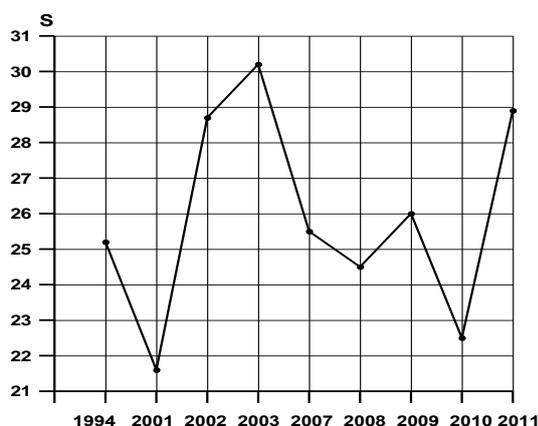


Рис. 2 Межгодовая изменчивость солености в котловине Кисло-сладкого озера.

7. **Третья стадия** отделения соответствует еще более высокому положению порога, когда морская вода уже не может проникнуть в бассейн, а на поверхности начинает накапливаться пресная вода. В результате в водоеме образуется двухслойная структура, состоящая из пресного слоя толщиной 1 - 2 м и подстилающего соленого слоя. Пример такого водоема оказался в исследуемой группе (Рис.3). Наблюдения в течение трех лет показали, что вертикальная структура солености в водоеме оказалась неизменной, а сезонные колебания температуры распространялись только до 5 м. Таким образом, данный водоем можно отнести к категории меромиктических. Пресный слой содержит кислород, с середины пикноклина вода насыщена сероводородом. У озера обнаружилась еще одна особенность, за что оно получило название трехцветное. Пресный слой окрашен гуминовыми соединениями, на его нижней границе (около 2,5 м) залегает слой толщиной около 30 см, окрашенный в яркий зеленый цвет. Далее, в сероводородном слое вода

становится желтой и мутной. Несомненно, отличный объект для микробиологов.

8. За последние два года были обследованы еще более 15 отделяющихся водоемов в других районах Кандалакшского залива. Определенно можно сказать, что описанный сценарий эволюции отделяющихся водоемов далеко не единственный. Меромиктический финал возможен при глубинах более 5-6 м. При меньшей глубине водоем может превратиться в пресное озеро со следами осолонения придонной воды в ямках. Если же глубина водоема порядка 1 м, то наиболее вероятно вырождение его в марш.

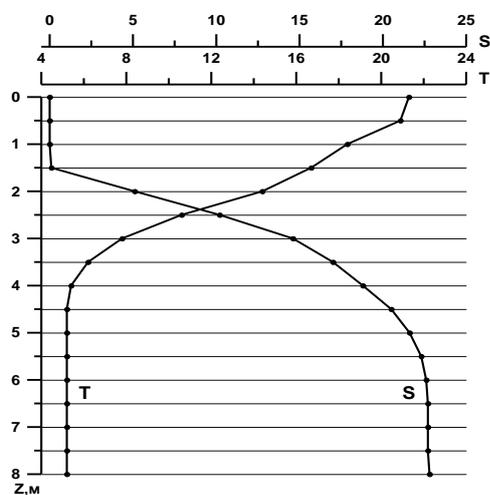


Рис.3 Термохалинная структура вод Трехцветного озера, 26.07.2011г.

9. Отделяющиеся водоемы - исключительно интересные, новые объекты исследований для самых разных дисциплин, требующие их обязательного взаимодействия. Они компактны, доступны, разнообразны и, что немаловажно, малобюджетны по затратам на полевые работы.

Список литературы.

1. Пантюлин А. Н. Гидрологические и экологические особенности Белого моря// Динамика и взаимодействие атмосферы и гидросферы. М.: Городец, 2004. С.265-281
2. Шапоренко С. И., Корнеева Г. А., Пантюлин А. Н., Перцова Н. М. Особенности экосистем отшнуровывающихся водоемов Кандалакшского залива Белого моря// Водные ресурсы. 2005. т.32. №5. С. 517-532

Separating basins of the Kandalaksha Bay, White Sea were studied during ten years. Three stages of evolution of the basins were defined. The new state of basin, named as “derelict water body” was found.