

ГИДРОХИМИЯ

И. В. БАРАНОВ

ГИДРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДЫ НЕВСКОЙ ГУБЫ

(Представлено академиком В. И. Вернадским 9 II 1939)

История гидрохимического исследования Невской губы и Финского залива тесно связана с практическим их использованием. В этом отношении нужно отметить прежде всего работу Скорикова (8), в 1905—1906 гг. принимавшего участие в комплексной экспедиции на Ладожское озеро, организованной городской исполнительной комиссией с целью улучшения Петербурга водоснабжением.

Работы указанной экспедиции охватили кратким исследованием Ладожское озеро, р. Неву, Невскую губу и восточную часть Финского залива. Из полученных гидрохимических материалов Скориков сделал вывод, что «Невская губа заполнена чистой пресной водою, по составу весьма близкою к невской, как показал анализ моего образца воды, произведенный Лебединцевым».

В 1911—1912 гг. Невская губа подверглась гидрохимическому исследованию в связи с проектом проведения в Петербург водопровода из Ладожского озера. В этих работах, длившихся 15 месяцев, принимали участие Залеский (5), Вульф, Дубянский, Прижибтек, Шпиндлер и др. Перед ними была поставлена задача—выяснить влияние сточных вод р. Невы на гидрохимический режим Невской губы и указать наиболее подходящее место для спуска этих сточных вод. Эти авторы считали также, что пространство от Петербурга до острова Котлина зимой заполнено пресной водою.

С 1920 г. и до конца 1938 г. Невская губа и восточная часть Финского залива изучались рядом учреждений под руководством покойного проф. К. М. Дерюгина.

К 1935 г. вопрос о влиянии на Невскую губу морских и сточных вод и о целесообразности спуска последних встал перед хозяйственными организациями с наибольшей остротой в связи с ростом промышленных предприятий, домов отдыха и т. д.

Учитывая этот и ряд других вопросов, мы предприняли с 1935 по 1937 г. всестороннее гидрохимическое исследование этого водоема под руководством проф. К. М. Дерюгина и доц. Ю. К. Новодранова. Исследование Невской губы обычно производилось нами в утренние часы и начиналось с первой станции.

Первая станция расположена в Морском канале против здания Петергофского биологического института, вторая—в 2 км от берега. В целях единообразия станции были ориентированы по местным предметам в раз навсегда установленном разрезе.

В настоящее время, после почти трехлетних регулярных исследований, в нашем распоряжении имеется обширный материал, часть которого используется в предлагаемом предварительном сообщении.

В Невской губе зимой и в начале лета вода стоит значительно ниже, чем в конце лета и осенью. Осенний подъем, регулярно наблюдающийся из года в год, объясняется Шокальским и другими гидрологами тем, что в это время господствуют ветры западных румбов, нагоняющие воду в Финский залив; зимой вследствие ледяного покрова влияние ветров ослабевает.

По нашим исследованиям оказалось, что изменение солевого состава воды Невской губы преимущественно обусловливается пульсацией так называемых внутренних волн. Внутренние волны в 1909 г. Петерсоном были открыты в Датских проливах и проф. Дерюгиним (², ³, ⁴) в 1924 г. в вершине Финского залива. В связи с этим напряжение морской воды в Невской губе колеблется в весьма широких пределах в одной и той же точке. Так например, если 7 марта 1936 г. в придонном слое воды Морского канала хлора было всего 9 мг/л, то 10 марта—920.8, 13 марта—1 313.0, 16 марта—1 133.0, 18 марта—863.4, 21 марта—325.5 мг/л. Также 30 апреля в указанной точке хлора было 8.1, 3 мая—1 651.68, 6 мая—1 444.32, 9 мая—2 033.21, 12 мая—1 832.40 мг/л.

Сезонные наблюдения показывают, что степень осолонения Невской губы различная при ветрах остовых и юго-западных румбов. Соленость стоит тем выше, чем продолжительнее дуют ветры остовых румбов.

При юго-западных ветрах солоноватый ток проникает через южные ворота и доходит до дамбы Морского канала.

От колебания солености в значительной мере зависит и кислородный режим Невской губы. При отсутствии морской воды придонная кривая O_2 обычно близко совпадает с поверхностной кривой, колебание которой в летний период близко к 100% насыщения.

Зимой дефицит O_2 достигает в южном районе 30—35%. Одна из причин указанного дефицита заключается в том, что зимой отсутствует обмен пресной и морской воды через южные ворота, благодаря чему вдоль всего Петергофского побережья образуется область застойной невиской воды. Кроме того здесь задерживается значительная часть городских отбросов. Летом снижение кислорода в придонном слое наблюдается тем больше, чем выше соленость.

Так например, 15 июня 1936 г. (канал):

на 0 м O_2 было 99.9%

у дна O_2 было 77.3% (Cl' —2 896.7 мг/л)

20 августа 1937 г.

на 0 м O_2 было 96.8%

у дна O_2 было 70.9% (Cl' —3 245 мг/л).

Это положение вполне согласуется с кислородным режимом Балтийского моря. Как известно, благодаря двухъярусному распределению вод в этом море придонные слои его содержат незначительное количество O_2 .

Сезонное изменение кислорода тесно связано с динамикой свободной углекислоты, концентрацией HCO_3' и активной реакцией. Минимум CO_2 , как правило, совпадает с максимальным количеством O_2 . Значительные колебания pH объясняются тем, что вода Невской губы является слабо буференной (средняя концентрация HCO_3 равняется 27—30 мг/л).

Активная реакция воды летом в южном районе слабощелочная (pH = 7.2—9.2). Зимой на второй станции величины pH снижаются больше, чем на первой станции. Иногда наблюдается захождение за нейтральный пункт (6.89).

Сопоставляя величины HCO_3' с соленостью, видно, что в тех случаях, когда канал заполнен пресной водой, стратификация HCO_3' по вертикали

так же, как и на второй станции, выражена слабо. Морская вода повышает общую щелочность. При этих условиях количество фиксированной углекислоты в придонном слое воды возрастает до 75 мг/л. Максимальное количество своб. CO_2 (9.37 мг/л) на второй станции зафиксировано было 3 марта 1936 г., при этом разность придонного и поверхностного слоев равнялась 0.49 мг/л. После вскрытия общее количество углекислоты становится меньше, чем зимой. Так например, перед вскрытием 3 апреля у дна своб. CO_2 было 5.27 мг/л, 6 мая 4.31 мг/л, а 30 мая— 2.37 мг/л. Полное исчезновение свободной CO_2 в 1936 г. наблюдалось 15 и 21 июня. Оно также совпало по времени с моментом повышенного развития фитопланктона. Нужно отметить, что отсутствие своб. CO_2 в поверхностных слоях второй станции как в 1935 г., так и в 1936 г. наблюдалось непродолжительное время. Так например, 15 июня своб. CO_2 на поверхности обнаружено не было, а 18 июня количество ее уже равнялось 2.21 мг/л.

Вода Невской губы имеет среднее количество органических веществ. Например гидрохимическая съемка 11 сентября 1937 г. показала, что окисляемость всего водоема в этот день колебалась от 5.91 до 7.77 мг O_2 на л.

Остановимся кратко на материале стационарных наблюдений. Летом 1935 г. в поверхностном слое воды на второй станции максимальная окисляемость, равная 11.12 мг O_2 на л, наблюдалась 27 августа, а минимальная (6.47)—15 июля. Стратификация по вертикали, как правило, слабо выражена. Например только 15 июля она равнялась 2.41 мг O_2 на л, а в остальных пяти случаях (до ледостава) от 0.35 до 1.43 мг O_2 на л.

В нижеследующей таблице приведены средние значения окисляемости по второй и первой станциям за 1935—1936 гг.

Южный район Невской губы

Средние значения окисляемости воды (вторая стц.)

Лето 1935 г. поверхность	8.88 мг O_2 на л
дно	9.86 » » » »
Зима 1936 г. поверхность	10.11 » » » »
дно	10.49 » » » »
Лето 1936 г. поверхность	9.27 » » » »
дно	10.21 » » » »

Морской канал

(первая стц.)

Лето 1935 г. поверхность	7.36 мг O_2 на л
дно	8.82 » » » »
Зима 1936 г. поверхность	7.88 » » » »
дно	8.27 » » » »
Лето 1936 г. поверхность	8.92 » » » »
дно	9.76 » » » »

Из этой таблицы можно сделать следующие выводы: во-первых, видно, что прибрежная часть южного района имеет большую окисляемость, чем Морской канал, как летом, так и зимой; во-вторых, подо льдом процесс окисления протекает менее интенсивно, чем летом, в результате чего происходит накопление органических веществ во всей Невской губе и особенно в южном районе; несомненно этому накоплению способствует прекращение водообмена через Ораниенбаумскую мель; в-третьих, сопоставление результатов круглогодичных наблюдений 1935—1936—1937 гг. с таковыми 1911—1912 гг. показывает, что вода Невской губы на протяжении 24—26 лет приобрела большую окисляемость, что связано по видимому с подтоком ленинградских сточных вод более загрязненных, чем в 1911—1912 гг.

Результаты только что сделанных выводов и сопоставление их с данными рН и O_2 , а также с системой течений, показывают вполне очевидно нецелесообразность спуска сточных вод в южный район Невской губы. Зимой (весь период ледового покрова) все это пространство имеет крайне замедленный водообмен, благодаря чему создается опасность застоя органических отбросов.

Летом так называемым прибрежным петергофским течением сточные воды могут направляться не в Финский залив, а к Ленинграду. Спускать воду в Морской канал также опасно, так как по дну его пульсирует солонватый ток, имеющий обратное направление поверхностных вод.

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. Благодаря тому, что в Невской губе существует постоянная система течений, все основные гидрохимические элементы (HCO_3' , своб. CO_2 , SiO_2 , окисляемость, Fe^{+++} , O_2 и т. д.) по вертикали при нормальных условиях не имеют резкого расслоения.

2. Наибольшее колебание в солевом составе воды Невской губы принадлежит хлору. Границы этого колебания лежат в пределах от 3 до 3200 мг на 1 л, т. е. различные районы Невской губы могут заполняться пресной водой р. Невы или водой Финского залива слабой солености. Соответственно этому стратификация солености по вертикали в первом случае почти совсем не выражена, а во втором выражена весьма резко.

3. Проникают солонватые токи в губу из Финского залива по дну Морского канала и через Ораниенбаумскую мель.

4. При ветрах остовых румбов Невская губа осолоняется преимущественно из Морского канала, при юго-западных ветрах—через Ораниенбаумскую мель.

5. Зимой вся южная часть Невской губы заполнена пресной водой р. Невы. Летом при юго-западных и остовых ветрах соленость в придонном слое воды достигает здесь иногда 4.04 ‰.

6. При нормальных условиях вода губы характеризуется незначительной общей минерализацией: HCO_3' —27—30, общая жесткость—1.24° (немецких), CaO —9—9.6, Cl' —3—5, Fe^{+++} около 0.04 мг/л, т. е. является слабо забуференной, благодаря чему:

7. Активная реакция воды неустойчивая. Колебание величины рН в течение года в поверхностных слоях воды происходит в пределах от 6.9 до 9.2. При этом в придонном слое воды Морского канала (Н') наблюдается тем меньше, чем выше соленость. Более или менее заметная стратификация рН по вертикали наблюдается только в момент полного отсутствия своб. CO_2 .

8. Летом Невская губа большой период времени имеет незначительный дефицит O_2 . В придонных слоях воды этот дефицит O_2 увеличивается с увеличением солености.

Незначительный избыток O_2 обычно наблюдается в июле и августе в прибрежной части южного района и обуславливается повышенными фотосинтетическими процессами фитопланктона. Зимой запас O_2 интенсивнее расходуется в южном районе Невской губы.

9. Величины своб. CO_2 , CO_3'' , O_2 и рН в летний период имеют по горизонтальной линии кольцевое распространение с постепенным нарастанием последних трех элементов от пелагической части к прибрежной.

Зимой накопления свободной CO_2 и HCO_3' происходят больше в южном районе губы, чем в районе Морского канала. Стратификация этих элементов по вертикали зимою меньше, чем летом. Годовое колебание HCO_3' в воде Невской губы зависит преимущественно не от биологических факторов, а от изменения солености, связанной с пульсацией морской воды.

10. Сопоставление результатов круглогодичных наблюдений за изменением основных гидрохимических элементов в 1935—1937 гг. с таковыми в 1911—1912 гг. показывает, что вода Невской губы за последнее время стала более загрязненной.

11. Колебание кремнекислоты в Невской губе обусловлено преимущественно биологическими факторами. При этом количество ее и окисляемость зимою больше в прибрежной части, чем в Морском канале.

Биологический институт.
Петергоф.

Поступило
10 II 1939.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ И. В. Баранов, Уч. записки ЛГУ, № 15 (1937). ² К. М. Дерюгин, Гидрологические и гидробиологические исследования Невской губы. 1. Гидрология и бентос. Исследование р. Невы и ее бассейна, вып. 2 (1923). ³ К. М. Дерюгин, Гидрологические и гидробиологические исследования Невской губы. Гидрология и бентос восточной части Финского залива (1925). ⁴ К. М. Дерюгин О внутренних волнах. IV. Гидрологическая конференция Балтийских стран (1933). ⁵ И. Залеский и Ф. Вульф, Результаты физико-химического исследования Невской губы, Гор. исп. комиссия по сооружению канализации и переустройству водоснабжения, СПб (1913). ⁶ А. Лебединцев, Гидрологические и гидрохимические исследования восточной части Балтийского моря в августе—сентябре 1908 г., Тр. Балт. экспед., вып. 1 (1910). ⁷ Лоция Финского и Рижского заливов. Изд. Гидрографич. упр. (1930). ⁸ А. С. Скориков, К фауне Невской губы и окрестных вод о. Котлин (1910). ⁹ O. W. Pettersson, Hydr.-biol. Komm. Skrifter, III (1909).