



Станция Новолазаревская (слева). Телескоп и спектрофотометр (справа сверху) и телескопические изображения (справа внизу).



Станция Восток (слева). Процесс фотосъемки затмения (справа сверху) и фотографические изображения (справа внизу).

Е.В. Кремчаком на спектрофотометре CP-185 с визуальной регистрацией наблюдаемой спектрофотометром области фотоаппаратом "Nikon D90" без фильтра. Дополнительная съемка выполнялась С.Ю. Кичко при помощи фотоаппарата "Canon 7D" с объективом "Canon EF 70-200 F2,8 LIS", конвертером "EXSTENDER 1,4 IICANON" и ослабляющими фильтрами HC-9 и HC-10. Было получено значительное количество снимков, около 1500, причем пропорция фотографий затмения к калибровочным снимкам в зависимости от фазы затмения колеблется в пределах от 1:3 до 1:4.

Некоторые образцы фотографических наблюдений на станции Восток и телескопических на станции Новолазаревская представлены на вышеприведенном рисунке. Телескопические снимки представлены в оригинальной ориентации, т.е. перевернутые по сравнению с фотографическими. На этом же рисунке также представлены изображения аппаратуры и мест ее расположения при наблюдении затмения.

Результаты наблюдений, технические и методические решения, применяемые в процессе наблюдений и при обработке полученных в ходе затмений изображений, будут использованы в работах по мониторингу глобального альбедо Земли. Основное внимание при этом будет уделяться определению поведения лунной фазовой функции в области малых фазовых углов и разработке технических и методических решений по снижению уровня светорассеяния в оптической аппаратуре излучения источников вне ее поля зрения.

Следующее полное солнечное затмение, доступное для наблюдений в Антарктике, состоится 4 декабря 2021 года. До этого срока в разных местах Антарктиды можно будет наблюдать пять частных затмений, из которых ближайшее состоится 26 февраля 2017 года.

*В.В. Лукин, В.В. Пучков, В.Н. Хохлов
(РАЭ, АНИИ).*

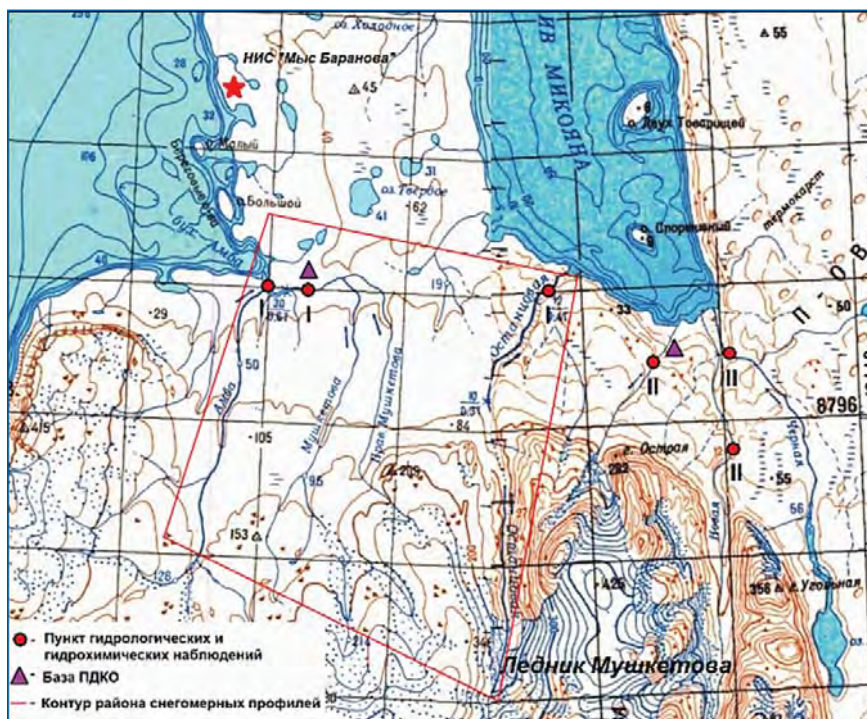
Фото предоставлены авторами

ИССЛЕДОВАНИЯ БАКТЕРИАЛЬНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ В ЕСТЕСТВЕННЫХ ВОДОЕМАХ РАЙОНА м. БАРАНОВА (АРХИПЕЛАГ СЕВЕРНАЯ ЗЕМЛЯ, о. БОЛЬШЕВИК)

Целью исследований являлось изучение устойчивости и возможности к самоочищению пресных природных водных объектов от воздействия аллохтонной микрофлоры при антропогенных нагрузках различной

выраженности с помощью организации долговременного мониторинга на выбранных объектах.

Мониторинг бактериальной составляющей на объектах водной среды в районе дислокации берегового



Карта участка гидролого-криосферного полигона, являвшегося объектом гидрологических и гидрохимических исследований при проведении полевых работ в сезон 2015 года.

научно-исследовательского стационара «Ледовая база «Мыс Баранова»» осуществлялся медико-экологической группой сезонного состава экспедиции «Север» АНИИ Росгидромета с 2014 года. Методически этот вид наблюдений является наиболее обоснованным для комплексной оценки бактериального присутствия в водных объектах, обусловленного не только местными географическими и климатическими условиями, но и фактическим гидрометеорологическим режимом, а также возможной антропогенной нагрузкой. Если принять характер бактериального присутствия на изолированных, не задействованных человеком в его научно-хозяйственной деятельности, водных объектах за некое исходное (фоновое) значение, то все изменения, обнаруживаемые в микробных консорциумах водоемов, можно трактовать как последствия какого-либо привнесенного естественного или антропогенного воздействия.

Поиск возможных связей бактериальной составляющей с гидрохимическим и гидрологическим режимами естественных водоемов можно рассматривать как промежуточную задачу исследований.

Работы осуществлялись в рамках Темы ЦНТП 1.5.2.4 «Комплексные исследования окружающей среды архипелага Северная Земля и прилегающих районов акватории Северного морского пути на научно-исследовательском стационаре «Ледовая база «Мыс Баранова»». Экспедиционные исследования финансируются за счет бюджетных средств Широкоширотной арктической экспедиции АНИИ (рук. В.Т. Соколов, рук. Программы исследований — А.П. Макштас).

В сезон 2015 года гидрологические работы регулярно (раз в 5 дней) выполнялись на гидрологических пунктах наблюдений (ГПН), расположенных на участке гидролого-криосферного полигона, представляющего собой водосборный бассейн северной и северо-восточной экспозиций перигляциальной области ледника Мушкетера с имеющимися на нем водотоками — шестью реками: Останцовая, Черная, Новая, без названия,

Мушкетова, Амба. Пробы воды для бактериологического и санитарно-химического анализов отбирались в момент работы полевой гидрологической группы на тех же ГПН, а также на оз. Твердое в период с 5 по 30 августа 2015 года. Карта места проведения работ представлена слева.

Для обеспечения полевых работ были организованы два выносных пункта наблюдений на базе сборных домиков ПДКО, позволивших осуществлять мониторинг практически синхронно на всех водных объектах. Доставка специалистов на ГПН осуществлялась на гусеничной технике стационара (ГТС, ГТТ, «Ирбис»), путь до ГПН составлял около 18 км, связь со стационаром обеспечивалась посредством спутниковой сети связи Iridium.

Применяемая методика санитарно-бактериологического исследования воды из естественных водоемов

При учете численности микроорганизмов разных групп и оценке бактериальной составляющей в пробах воды природных водоемов нашей группой специалистов, в составе трех человек, были использованы методы, принятые сегодня в практике стандартных санитарно-бактериологических исследований Санитарно-эпидемиологической службы РФ, а также оригинальные методы, рекомендованные Институтом микробиологии РАН.

Результаты гидрохимических и бактериологических исследований естественных водоемов

Как показали выполненные в этом году бактериологические исследования проб воды, общая численность выявляемых микроорганизмов (Общее микробное число — ОМЧ) из различных рек при схожей направленности динамики изменений имела существенные различия по уровню и степени выраженности этих изменений, в зависимости от температуры воды.

Так, на створах ГПН рек Останцовая и Черная в период с 20 по 25 августа на фоне снижения температуры воды наблюдалось увеличение значений ОМЧ. При этом такое явление на остальных объектах зафиксировано не было. На этих реках снижению температуры воды соответствовало понижение численности выявляемых микроорганизмов.

Возможно, подобная обратная зависимость ОМЧ от температуры воды может быть объяснена особенностями гидрохимического и гидрологического режимов водотоков при формировании стока, а также их гидролого-морфологическими характеристиками. Действительно, истоком реки Останцовая являются ручьи, образующиеся при таянии северо-восточного отрога ледника Мушкетера, основным питанием реки и ее притоков являются талые воды из многолетних снежников, расположенных по берегам и в русле водотока на всем его протяжении (около 13,5 км). Река Черная является зарегулированной в истоке озером Предгорное, что создает условия для эпизодического замедления дви-

жения водных масс и, соответственно, накоплению выявляемых микроорганизмов.

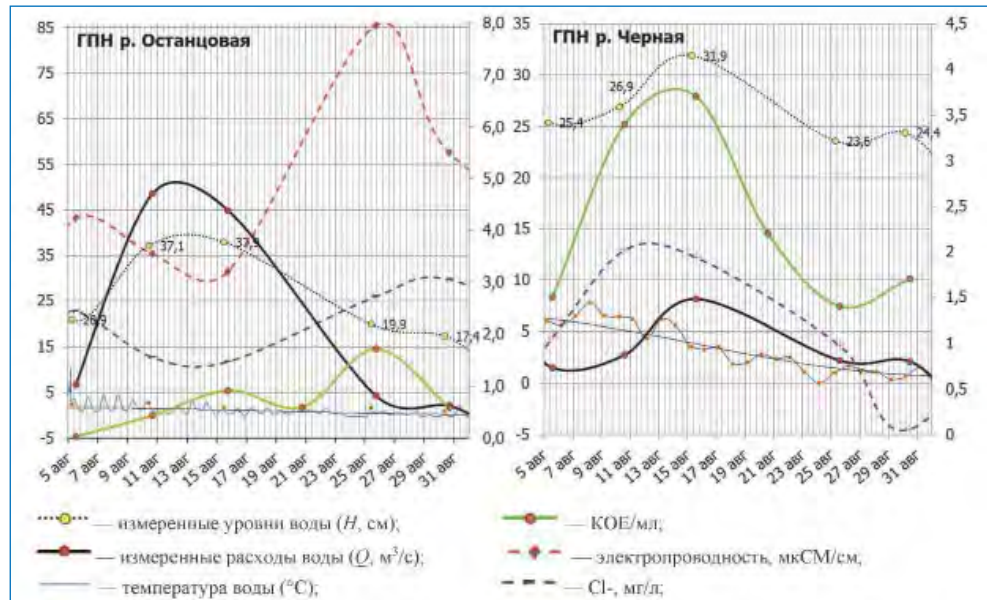
Необходимо отметить, что изменения микробной компоненты на реке Останцовая сопрягаются с концентрацией в воде хлоридов, а на реке Черная с показателем перманганатной окисляемости. Гидролого-морфологические особенности и результаты гидрохимических исследований в данных водоемах также подтверждают их своеобразие и отличие от остальных рек. Реки Мушкетова и Амба берут свое начало из талых вод крупных снежников, истоком реки без названия является ледник Мушкетова, но протяженность русла реки, до оцениваемого створа ГПН, незначительная, поэтому выраженных явления застоя или разбавления водных масс не наблюдается. Следствием этого, вероятно, является зависимость численности микрофлоры воды от колебаний температуры. Кроме того, для этих водотоков характерными являются колебания перманганатной окисляемости, согласующейся с динамикой температуры и количеством выявленной микрофлоры.

При оценке динамики колебаний показателя ОМЧ в зависимости от температуры воды и даты отбора пробы на оз. Твердое становится очевидным синусоидальный характер колебаний показателя ОМЧ. При этом температурные характеристики снижали свои значения по траектории параболы. При сравнении с прошлогодними данными, полученными на том же водоеме, очевидно, что динамическое развитие микрофлоры в пробах воды из поверхностного слоя озера во временном масштабе имело квазипараболический характер изменений, с признаками экспоненциального роста лишь в начальный период наблюдений.

При рассмотрении синхронных изменений показателя ОМЧ в озере с динамикой зафиксированных некоторых гидрохимических показателей было выявлено, что изменения ОМЧ могут соотноситься с динамикой незначительного увеличения в воде концентрации хлоридов. Причина этой связи пока не установлена, но данное накопление хлоридов, возможно, происходит на фоне аккумуляции застойных явлений в озере, следствием этого процесса и может быть увеличение численности выявляемых микроорганизмов.

Поскольку речь идет о микроорганизмах в водной среде, то в данном случае лимитирующим условием динамики их развития не может быть влажность. При этом на первое место, как основные регулирующие факторы развития микробиоценоза, выдвигаются фактические температурные условия и гидрологические особенности конкретной точки отбора проб воды, а также такие факторы, как наличие минеральных и питательных элементов в воде, способствующих их росту.

Выявленное незначительное увеличение концентрации хлоридов можно рассматривать как косвенное под-



Сводные графики динамики бактериальной составляющей, гидрологического режима и гидрохимических показателей.

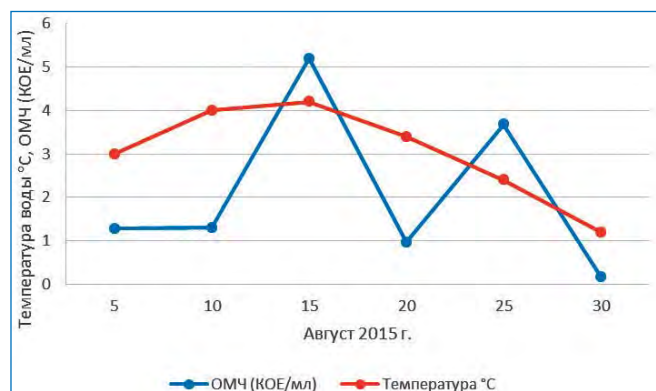
тверждение наличия в исследуемых пробах воды целого комплекса питательных элементов, определяющего активное развитие эндогенной микрофлоры. Причину образования такого комплекса следует рассматривать как следствие динамических изменений гидрологических характеристик на конкретном участке водного объекта.

Исследователями тундровых областей установлено, что в природных водоемах пик численности эндогенных и сапрофитных привнесенных микроорганизмов наблюдается обычно в начале августа. Но уже в конце этого месяца количество бактерий начинает резко снижаться, а при полном промерзании водоемов бактериальная активность в них обычно сведена к минимуму.

По результатам наших исследований на о. Большевик (Северная Земля) в сезоны 2014–2015 годов, эта особенность сохраняется на ряде водотоков и на озере Твердое. При этом на озере промерзание всей толщи воды до дна не наблюдается из-за глубины (около 10 м) и проточности, даже при сильных морозах (свыше 25 °C).

По всей видимости, в бедных экосистемах с ограниченным видовым набором микробных сообществ случайное влияние возмущающих факторов (поступление питания за счет выщелачивания весной талыми водами, в период вегетации растений, во время

Изменения численности микрофлоры в пробах из озера Твердое по показателю роста на ТТС (КОЕ/мл) и температуры воды в период с 5 по 30 августа 2015 года.





Отбор проб воды на гидрохимический и бактериологический анализы на ГПН безымянной реки. Фото А.Н. Рачковой.



Отбор проб воды на реке Останцевая. Фото В.А. Бородкина.

интенсивного развития водорослей и фауны) на ценоз микроорганизмов может быть причиной значительных колебаний их численности. Эти процессы наблюдались в оз. Твердое и реках Останцевая и Черная в сезоне 2015 года.

Предварительные выводы

Динамика пониженных положительных температур (от 1 до 10 °С) мало сказывается на численности эндогенной микрофлоры в водоемах, имеющих ледниковое или озерное происхождение истока. В то же время в водотоках, образованных талыми водами многолетних снежников, численность микроорганизмов коррелирует с колебаниями температуры воды.

Существенное значение в увеличении или, наоборот, снижении численности выявленных микроорганизмов имеет концентрация питательных элементов. Эта зависимость подтверждается, в частности, такими гидрохимическими показателями, как содержание в воде хлоридов и показатели перманганатной окисляемости.

Динамические характеристики водного потока и его объем часто являются важными факторами, определяющими концентрацию присутствующих в воде питательных веществ, а следовательно, и численности общей бактериальной составляющей в воде.

Опыт организации и проведения мониторинговых исследований на участке гидролого-криосферного полигона в сезоны 2014–2015 годов показал соответствие приборной базы, транспортного парка и оснащения гидрохимической лаборатории стационара выбранным методикам организации и производства работ (анализа). Однако при планировании расширения участка работ в рамках выбранного гидролого-криосферного полигона и повышения объема и качества проводимых наблюдений следует, на наш взгляд, увеличить количество необходимых приборов и их качество, пополнить парк наземных транспортных средств и плавсредств, а также улучшить энергообеспечение гидрохимической лаборатории.

Для более детального анализа связей бактериальной составляющей с гидрохимическим и гидрологическим режимами естественных водоемов необходимо расширить период работ медико-экологической группы с целью проведения наблюдений всех фаз гидрологического режима (начало формирования стока, паводки, меженные периоды, прекращение стока). Организация гидрологических наблюдений на озере Твердое и увеличение точек отбора проб воды на бактериологический и гидрохимический анализы также представляются необходимыми для исследования озера, которое является источником питьевой воды на станции.

Отбор проб воды на озере Твердое. Фото А.С. Парамзина.



Ш.Б. Тешебаев, А.Н. Рачкова (АНИИ)

Полярные маки в предгорьях горы Угольная. Фото А.И. Логинова.

