11-58

АКАДЕМИЯ НАУК СССР



45

# ЗАГРЯЗНЕНИЕ И САМООЧИЩЕНИЕ РЕКИ НЕВЫ

АКАДЕМИЯ НАУК
СОЮЗА СОВЕТСКИХ СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ РЕСПУБЛИК
ТРУДЫ ЗООЛОГИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА. ТОМ XLV

# ЗАГРЯЗНЕНИЕ И САМООЧИЩЕНИЕ *РЕКИ* НЕВЫ

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»
ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
Ленинград · 1968

Главный редактор
академик *Б. Е. БЫХОВСКИЙ*

Редакционная коллегия:
*М. П. ДУБИНИНА, А. И. ИВАНОВ, И. М. ЛИХАРЕВ,*
*А. Н. СВЕТОВИДОВ*

Редактор тома *М. Б. Иванова*

ЗАГРЯЗНЕНИЕ И САМООЧИЩЕНИЕ РЕКИ НЕВЫ

Труды Зоологического института, том XLV

*Утверждено к печати*
*Зоологическим институтом*
*Академии наук СССР*

Редактор издательства А. А. Гельфанд
Художник Д. С. Данилов
Технический редактор Л. А. Любимова
Корректоры Н. З. Петрова, А. Х. Салтанаева
и Н. П. Яковлева

Сдано в набор 29/XII 1967 г. Подписано к печати 4/VI 1968 г. РИСО АН СССР № 58-78В. Формат бумаги 70×108 1/16. Бум. л. 8 3/4. Печ. л. 17 1/4+2 вкл. (1/4 печ. л.)=24.50 усл. печ. л. Уч.-изд. л. 25.41. Изд. № 3133. Тип. зак. № 727. М-22945. Тираж 1100. Бумага типографская № 1. *Цена 2 р. 52 к.*

Ленинградское отделение издательства «Наука»
Ленинград, В-164, Менделеевская лин., д. 1

1-я тип. издательства «Наука»
Ленинград, В-34, 9 линия, д. 12

2-10-4
460-67 (I пол.)

П59364
Центральная научная
БИБЛИОТЕКА
Академии наук Киргизской ССР



*ВЛАДИМИР ИВАНОВИЧ ЖАДИН*

*Профессору,*
*заслуженному деятелю науки*
*ВЛАДИМИРУ ИВАНОВИЧУ*
*ЖАДИНУ*
*к 70-летию со дня рождения*

## ВЛАДИМИР ИВАНОВИЧ ЖАДИН

18 июля 1966 г. исполнилось 70 лет заслуженному деятелю науки РСФСР, доктору биологических наук, профессору Владимиру Ивановичу Жадину. Пятьдесят лет своей жизни он посвятил исследовательской работе, и все гидробиологи Советского Союза приветствуют его и поздравляют с замечательными успехами его научной и общественной деятельности, с которыми он приходит к этому дню.

Владимир Иванович — крупнейший ученый, организатор гидробиологической науки в СССР и общественный деятель. За его плечами долгие годы плодотворной работы, способствовавшей расцвету советской лимнологии и расширению и укреплению ее связей с народным хозяйством нашей Родины и зарубежной наукой.

Для В. И. характерны три линии, по которым развивалась его работа как ученого-новатора, прокладывающего новые пути в науке и обогащающего ее новыми идеями и методикой.

Прежде всего В. И. работает в области теории гидробиологии и имеет мировое имя, пользующееся давно заслуженным авторитетом в широких кругах лимнологов Советского Союза, Западной Европы и Нового Света; он также организатор науки, оказывающий большое влияние на направления, по которым развивалась лимнология; он настоящий передовой советский ученый, преданный своей Родине, связывающий теорию с практикой; он всегда стремится разрабатывать те теоретические проблемы, которые имеют непосредственный выход в практику, схватывая главное звено в сложном комплексе возникающих в водном хозяйстве проблем и решая задачи ближнего прицела. Для В. И. характерно также, что он не только доводит свои исследования до решения поставленных задач, но и результаты их делает немедленно достоянием общества, выступая с докладами и публикуя результаты работы в виде статей, книг и сборников работ коллектива, выполненных под его руководством. Эти печатные труды и личные выступления В. И. на разного рода совещаниях, конференциях и международных конгрессах носят программный характер и всегда пользуются большим успехом как среди отечественных и зарубежных специалистов, так и среди лиц, внедряющих его новые идеи и практические рекомендации в теорию и практику водного хозяйства. Достаточно хотя бы взглянуть на длинный список его трудов и сборников работ его сотрудников, чтобы понять причины этого успеха: в его работах сочетается высокая теория с ответом на насущные запросы народного хозяйства.

Благодаря исключительной энергии и целеустремленной собранности В. И., его умению организовать свое время и быстро подготовить к печати результаты своих исследований мы имеем длинную серию печатных

документов, по которым легко проследить его творческий путь за истекшие 50 лет.

Это прежде всего верность избранному еще в юности объекту исследований (моллюски, донная фауна, река) и проблематике (генезис фауны и биологическая продуктивность водоемов); во-вторых, последовательность в разработке теоретических основ исследования и умение направить его на решение задачи, выдвигаемой народным хозяйством в данное время; в-третьих, доведение каждой темы проблемы до логического конца — публикации и, наконец, завершение результатов всех его исследований в данном направлении обобщением в крупной сводной работе с указанием путей использования установленных явлений и закономерностей в хозяйственной практике.

Теоретическая и практическая направленность исследований и организаторский талант В. И. определились очень рано — в период организации им Краевого музея в Муроме (1918 г.) и Окской биологической станции, которой он заведовал в течение 10 лет (1918—1928 гг.). Именно в этот период вместе со своими близкими друзьями и сотрудниками А. К. Наливкиной и Е. С. Неизвестновой-Жадиной он начал комплексные исследования р. Оки и ее поемных водоемов, серьезное изучение донной фауны и пресноводных моллюсков. Под его руководством станция вела круглогодичные стационарные наблюдения на участке реки у Мурома и одновременно — комплексные сравнительные исследования Оки и ее поймы на всем протяжении реки от ее истоков до впадения в Волгу, у Горького, во время совместной экспедиции с Центральным комитетом водохранения. Очень характерно, что при организации Окской биологической станции В. И. сразу же наладил и издание ее трудов. В этих исследованиях В. И. особо интересовали вопросы генезиса фауны поемных водоемов.

Практическая направленность исследований В. И. была определена несомненно его первой работой в 1915 г., когда в качестве практиканта Гельминтологической лаборатории Московского земельного управления он начал работать по проблеме фасциолеза и экологии его передатчиков — пресноводных моллюсков. Интерес В. И. к проблеме фасциолеза не ослабевал до тех пор, пока им не была решена поставленная задача разработки мер борьбы с этим бичом скотоводства.

Так, после революции и возвращения из Красной Армии в 1920 г. он обратился к этой теме и продолжал изучение моллюсков — передатчиков фасциолеза и в Краевом музее Мурома (1920—1921 гг.), и на Окской биологической станции (1918—1928 гг.); он провел большие полевые и экспериментальные наблюдения, привлекая своих сотрудников к этим исследованиям, и на этой основе опубликовал крупную работу в соавторстве с В. Я. Панкратовой «Исследования по биологии моллюсков — передатчиков фасциолеза и выработка мер борьбы с ними» (Работы Окской биол. станции, 1931, VI, 1), которой предшествовал ряд публикаций по этому же вопросу.

Особую привязанность к моллюскам, привлекшим его внимание с ранних лет, и верность им В. И. сохранил до сих пор, являясь крупным специалистом по малакофауне континентальных вод. По мере накопления опыта в области таксономии В. И. охватывает фауну моллюсков все более и более широких районов и переходит от составления определителей к монографиям. Так, начав с пресноводных моллюсков Муромского края (Работы Окской биол. станции, 1923, II, 3 и книга «Наши пресноводные моллюски», 1926, изд. Окской биол. станции), он в 1933 г. пишет Определитель пресноводных моллюсков СССР (изд. «Ленснаб»), в 1937 г. «Промысловые моллюски пресных вод СССР» (изд. «Ленснабтехиздат»), в 1938 г. публикует монографию по сем. *Unionidae* (изд. Зоол. инст. АН СССР,



Фауна СССР, IV, I) и, наконец, в 1952 г. крупную монографию «Моллюски пресных и солоноватых вод СССР» (Фауна СССР, Определители, 46). В этот же период с 1923 по 1952 г. он публикует ряд статей по экологии и изменчивости ряда видов моллюсков — *Limnaea stagnalis*, 1923, *Vivipara fasciata*, 1928, *Limnaea truncata*, 1937, по биологии жемчужницы, 1934, и др. Работа по изменчивости *Vivipara* имела немалое значение в разработке теоретических вопросов стратиграфии континентальных отложений.

В этот же ранний период его исследований возник глубокий и действенный интерес В. И. и к проблеме загрязнения и к процессам самоочищения естественных водоемов (см. его статью «15 лет борьбы за воду», 1934, Ежемесячник Горьковского управления ЕГМС, I). Этим проблемам В. И. уделяет пристальное внимание и в настоящее время, перейдя от изучения загрязнений внутренних вод бытовыми и промышленными сточными водами и проблемы самоочищения и борьбы за чистую воду к исследованиям загрязнений водоемов осколочными материалами атомной промышленности и проблеме защиты от радиоактивных элементов.

Исключительное значение В. И. в развитии советской науки имеет сочетание в нем исследовательского организаторского таланта с новаторским стилем работы, прокладывающей новые пути в лимнологии; он разрабатывает ее теорию, методику исследований и вопросы применения достигнутых результатов к практической деятельности человека очень широко, как общий комплекс, в тесном деловом содружестве с рядом других учреждений, имеющих непосредственное отношение к разрабатываемой им данной проблеме.

С особой яркостью проявились черты В. И. как исследователя-новатора в его докладе на фаунистической конференции, созванной Зоологическим институтом АН СССР в 1932 г., в период разработки проблемы Большой Волги, имевшей первостепенное значение в развитии народного хозяйства Советского Союза. В докладе «Биоценотическое и фаунистическое исследование районов и их биотопов в связи с хозяйственными работами, изменяющими условия существования водных животных» (Тр. Фаунистической конференции ЗИН АН СССР, 1934 : 33—49) В. И. в сущности предлагает реконструировать гидробиологию, указывая на необходимость «централизовать методологически все исследования, дифференцировать их в оперативном смысле и комплексировать все учреждения, работающие в области гидробиологии и рыбного хозяйства, с санитарно-техническими исследованиями». Он наметил в докладе план гидробиологических и фаунистических исследований на 5 лет, поставил вопрос об очередности проблем, связанных со строительством гидротехнических сооружений на крупных реках Советского Союза, и выдвинул как важнейшую и первоочередную задачу гидробиологов — составление прогнозов биологического режима создаваемых и еще проектируемых водохранилищ. Этот яркий и волнующий доклад отличался от докладов всех других участников конференции смелостью, широтой, целеустремленностью и конкретностью поставленных вопросов и давал прямой ответ на запросы народного хозяйства данного этапа в его развитии.

Все основные предложения доклада В. И. отмечены в решениях конференции как пункты программы гидробиологических и фаунистических работ в плане на ближайшие 5 лет, а гидробиологический отдел Зоологического института, куда был приглашен В. И., стал признанным методологическим и плановым центром биологических исследований в проблеме Большой Волги.

Пафос грандиозного строительства взволновал тогда еще молодого исследователя, и эта взволнованность остается характерной для всей последующей работы В. И. Все новые и новые задачи строительства в СССР он связывал с вопросами, вставшими перед ним как исследователем.

Доклад В. И. на фаунистической конференции не был лишь словесной декларацией; в том же 1932 г. он составил проект реорганизации Окской биологической станции в Новинскую комплексную станцию, перенес ее на Волгу в район Горького и разработал программу ее работ для исследования Волги и других рек, чтобы получить необходимый для прогнозов материал. По этой программе в 1933 и 1934 гг. под руководством В. И. проводились одновременно гидробиологические, гидрометрические и гидрохимические исследования; наряду с изучением планктона, бентоса и обычных гидрологических элементов в течение круглого года велись наблюдения за колебаниями уровня реки, скорости течений, расходом вод, взвешенных и влекомых наносов, проводился механический анализ грунтов и другие работы с введением гидрометрических методов по комплексному изучению большого участка Волги и Оки. Тогда в практику гидробиологических исследований рек им была впервые введена гидрометрическая методика работ на створах, которая с тех пор стала применяться гидробиологами при изучении биологического режима и стока рек.

С первых шагов своей научной деятельности, совпавшей по времени с бурным развитием исследовательских работ в первые же годы после установления Советской власти, во времена военного коммунизма 20-х годов, В. И. начал исследования жизни р. Оки под Муромом и с тех пор остается верным этому объекту гидробиологии. Круг его исследований все расширялся и углублялся; он последовательно переходит от изучения лишь небольшого участка реки к рассмотрению всей ее системы в целом и исследованию рек разных ландшафтно-географических зон; от работы над изучением видового состава донной фауны реки — к установлению закономерностей ее динамики и генезиса; от изучения статики различных явлений, наблюдаемых в водоемах, — к изучению протекающих в них процессов и динамике их; от полевых исследований — к эксперименту в природе и лаборатории. Это развертывание исследований вширь и вглубь знаменательно для II периода его деятельности; этот период начался с переходом В. И. из Мурома в Горький в 1931 г.; тогда Окская биологическая станция по его инициативе и его проекту была превращена в Новинскую комплексную станцию в составе Горьковского гидрологического института, организованного при активном участии В. И. также на базе Окской биологической станции. Став заместителем директора этого института, В. И. руководил как стационарными работами Новинской станции, так и экспедициями лимнологического сектора института на рр. Оке, Клязьме, Волге, в верховьях Вятки и Камы и в пойме р. Алатырь.

Однако индивидуальные черты В. И. как ученого и общественного деятеля, его талант исследователя, организатора, новатора и руководителя больших коллективов в полной мере развернулись в условиях академического института и нашли широкое применение с его переходом в гидробиологический отдел Зоологического института АН СССР в 1934 г.; тогда же туда была приглашена его верная соратница по работе Е. С. Неизвестнова-Жадина, также очень талантливый исследователь с большим организаторским опытом. В то время в составе гидробиологического отдела Зоологического института работали крупные лимнологи, старшие товарищи В. И., заведующий отделом В. М. Рылов, А. Л. Бенинг, П. Д. Резвой, а во главе института стоял крупнейший гидробиолог Союза академик С. А. Зернов. Вместе с ними В. И. разработал детальный план работы гидробиологического отдела института по проблеме Большой Волги, в который входили организация Волжской экспедиции института, исследования рек с уже зарегулированным стоком и возникших на них водохранилищах, рек Валдайской возвышенности и Кольского



полуострова, где планировалось крупное гидростроительство. Главной задачей этого плана было составление прогноза биологического режима проектируемых на Волге водохранилищ и разработка мероприятий по их рациональному использованию. Этот план был дальнейшим осуществлением программы В. И., намеченной им в докладе 1932 г. и принятой фаунистической конференцией как руководство к действию. По этому плану для изучения влияния гидротехнических сооружений на фауну и биологический режим реки В. И. в тесном и непосредственном контакте с местными учреждениями и научными кадрами провел комплексные исследования и детальное изучение донной фауны на участках реки выше и ниже плотины на Днепре, Куре, Волхове (1934 г.), Рионе и Занге на Кавказе (1935 г.), рек Валдайской возвышенности и ряда рек и озер Кольского полуострова (1936 г.). В 1936 г., приняв на себя заведование гидробиологическим отделом ЗИН АН СССР, В. И. начал перестройку тематики отдела и его структуры. Первое место в отделе заняли комплексные темы по крупным общим проблемам гидробиологии, связанным с государственным планом строительства в стране; работа специалистов по пресноводным беспозвоночным была направлена в русло этих проблем; наметилось отчетливое разделение отдела на 2 группы — морскую и пресноводную; штаты отдела расширились благодаря включению в Зоологический институт АН СССР гидробиологов Государственного гидрологического института, который в 1937 г. был реорганизован и биологические исследования в его работах были ликвидированы; особенно укрепилась кадрами пресноводная группа, в состав которой были включены гидрохимик, два микробиолога, и в том числе А. Г. Родина, и крупный специалист по фитопланктону, И. А. Киселев. В. И. получил возможность выполнять исследования по гидрохимии, микробиологии и фитопланктону силами своих штатных сотрудников. Одновременно В. И. предпринял шаги к получению полевой базы, необходимой для разработки некоторых вопросов, связанных с проблемой биологической продуктивности, требующих стационарных наблюдений и эксперимента. Этой базой в 1938 г. стала Сапропеллевая станция Института горючих ископаемых АН СССР под ст. Бологое в Залучье Калининской области; эта станция затем перешла в ведение Зоологического института АН СССР и стала постоянной базой для пресноводной группы гидробиологического отдела ЗИН АН СССР, работающей по единой проблеме под руководством В. И. и при его непосредственном участии.

Исследования В. И. за двухлетний период его работы в ЗИН АН СССР (1934—1936 гг.) охватили, как он сам пишет, «реки европейской части СССР разных ландшафтно-географических зон от крайнего юга до Заполярья» и позволили ему расширить и развить свои представления о генезисе фауны поемных водоемов и рек, построить стройную теорию биологической продуктивности водоемов, установить ряд закономерностей процессов, протекающих в водной толще, в изменениях этих процессов донной фауны после постройки плотины и начать разработку метода прогноза биологического режима будущих водохранилищ.

Для углубления этого метода и его конкретизации применительно к проектируемым на Волге водохранилищам В. И., поставив четкие, совершенно конкретные теоретические и практические задачи, разработал план ЗИН АН СССР по исследованию Волги на 1937—1939 гг. и предусмотрел участие в его выполнении ряда учреждений, работающих в тех же направлениях. В этом плане нашли отражение важнейшие проблемы гидробиологии — биологического стока рек, биологического режима рек с зарегулированным стоком и водохранилищ, загрязнения и самоочищения водоемов, изучения отдельных звеньев биологического продуцирования и круговорота веществ, и в том числе звена деструкции орга-

нического вещества. Этот замечательный план и проведенные по нему работы могут служить образцом целенаправленных исследований, шаг за шагом приближающих решение поставленных задач.

Так, в 1937—1938 гг. при участии сотрудников Учинской лаборатории Московского водопровода были проведены исследования Учинского и Иваньковского водохранилищ, специальные наблюдения над трансформацией волжских вод при продвижении их к Уче и изучение биологических процессов, обусловливающих питьевые качества воды; в результате было установлено, что «цветение», ухудшающее качество воды, — явление постоянное для водохранилищ, что в новых условиях распространяется лигулез рыб и, следовательно, эти явления должны быть учтены при составлении прогнозов для будущих водохранилищ. Материалы работ позволили разработать конкретные мероприятия по охране питьевой воды Учи, методику краткосрочных прогнозов «цветения», способы борьбы с лигулезом, рекомендовать заблаговременное принятие мер против обрастания гидросооружений дрейссеной и сделать вывод о ненасыщенности фауны района канала Москва—Волга, открывающей перспективы для акклиматизационных работ. По тому же плану в 1939 г. была организована Волжская экспедиция ЗИН АН СССР; конкретный план этой экспедиции поражает глубиной продуманности и теоретической обоснованностью. В. И. организовал на Волге базы в четырех пунктах для проведения синхронных комплексных стационарных наблюдений с установкой постоянных створов для изучения биологического стока Волги (Новинка, Поляна имени Фрунзе, Бахилова поляна в районе Жигулевского заповедника и в Астрахани) и обеспечил на трех из них руководство работами на месте такими квалифицированными лимнологами, как Е. С. Неизвестнова-Жадина, В. М. Рылов и сотрудники кафедры общей биологии Куйбышевского медицинского института С. М. Шиклеев и С. М. Ляхов, который работал с Е. С. Неизвестновой-Жадиной еще на Новинской биологической станции, где впервые была применена гидрометрическая методика в гидробиологических исследованиях. Сам В. И., осуществляя идею изучения трансформации водной массы реки по мере ее продвижения вниз по течению, прошел на катере от Свияги (выше Казани) до Жигулей, выполняя последующие разрезы (В. И. Жадин, 1948, «Донная фауна Волги от Свияги до Жигулей и ее возможные изменения», Тр. ЗИН АН СССР, VIII, 3 : 413—466). С этими работами были связаны исследования Татарского отделения ВНИОРХ (директор А. В. Лукин) по створу, установленному выше Камы, у Тетюшей.

Работы на Средней Волге в районе создания Куйбышевского водохранилища имели важнейшее значение для разработки методики прогнозов биологического режима будущих водохранилищ.[1] На основе этих работ уже в 1939 г. В. И. был составлен прогноз для Куйбышевского водохранилища при участии ведущих сотрудников пресноводной группы гидробиологического отдела и А. В. Лукина.

Было очень важно провести дополнительные наблюдения и продолжить работы в районе проектируемого водохранилища для уточнения некоторых возникших вопросов, но разразившаяся война прервала эти работы; возобновились они уже после Великой Отечественной войны, когда по инициативе В. И. и при его личном участии в 1954 г. Институтом биологии внутренних водоемов (Борок) совместно с Гидрометслужбой были организованы повторные исследования района Куйбышевского водохранилища, установлен постоянный створ близ места будущей плотины, а несколько позднее открыта и Куйбышевская станция.

[1] Эти работы в районе будущей Куйбышевской ГЭС продолжались Медицинским институтом и в последующие годы по методике Владимира Ивановича.



Через 23 года, в 1962 г., В. И. проверил осуществление прогноза 1939 г. по всем его пунктам, и оказалось, что он полностью подтвердился (В. И. Жадин, 1963, «Прогноз и действительность», Зоол. журн., XIII, 5 : 641—651).

По окончании работ на Средней Волге в 1939 г. В. И. организовал в Зоологическом институте АН СССР специальное совещание по проблеме реконструкции фауны Волги для обсуждения разработанного им плана этой реконструкции с представителями всех учреждений, работающих на Волге. На этом совещании В. И. выступил с докладом, где рассмотрел программу работ ЗИН АН СССР и их задачи, обрисовал современное положение проблемы реконструкции и дал обзор литературы по вопросам рыбного хозяйства и проблеме загрязнения (Сб. работ по проблеме реконструкции фауны Волги, Тр. ЗИН АН СССР, 1941, VII, 1). В докладе он особо подчеркнул, что разработка теории биологической продуктивности — это «кардинальная проблема современной гидробиологии» и что именно она является основой сознательного преобразования фауны водоемов и управления процессами биологического продуцирования в интересах разных сторон народного хозяйства. Решающее значение этой теории В. И. подчеркивает во всех своих выступлениях, статьях и книгах и всегда ставит ее в основу собственных исследований.

К моменту совещания 1939 г. им уже была подготовлена к печати и сдана в набор монография «Фауна рек и водохранилищ», опубликованная в середине 1940 г. (Тр. ЗИН АН СССР, 1940, V, 3—4). В предисловии к этой монографии редакция тома пишет: «Крупнейшие мировые гидротехнические сооружения, представляющие огромный шаг к полному покорению природы человеком, могли бы быть использованы не только в целях производства дешевой электроэнергии и улучшения водных путей сообщения, но и для следующих трех задач гигантского народного хозяйственного значения: во-первых, для максимального увеличения рыбных ресурсов на базе планово разработанной перестройки ихтиофауны рек; во-вторых, для обеспечения населения неограниченным количеством высококачественной в санитарном отношении воды и, в-третьих, для оздоровления и приведения в образцовое санитарно-гигиеническое состояние районов, непосредственно примыкающих к гидротехническим сооружениям» (стр. 519) и дальше: «Предлагаемая читателю работа В. И. Жадина „Фауна рек и водохранилищ“ является новым вкладом в дело решения упомянутых задач» (стр. 520). Здесь уместно привести слова В. И. в предисловии ко II тому Трудов проблемных и тематических совещаний ЗИН АН СССР, 1954, где он пишет: «Перед гидробиологией стоит задача углубления теоретических основ, принципиальной „отточенности“ задач исследования, коренного улучшения методики исследований, творческого содружества работников гидробиологической науки и рыбного хозяйства».[2] Это — кредо В. И., и на протяжении всей своей работы в течение 50 лет научной и организаторской деятельности он неуклонно следует ему.

Рассматривая каждый изучаемый им конкретный водоем с точки зрения его продукционных свойств — полезных, которые могут и должны использоваться человеком, и вредных, которые являются помехами в разных областях народного хозяйства, В. И., будучи биологом, стремится выяснить закономерности тех процессов, которые обусловливают создание

[2] В данном случае В. И. говорит о содружестве гидробиологов с работниками рыбного хозяйства потому, что совещание было посвящено проблеме повышения рыбопродуктивности внутренних водоемов; в других случаях он указывает на необходимость комплексирования и содружества с работниками тех учреждений, которые имеют непосредственное отношение к данной проблеме.

и размеры полезной и вредной биологической продукции в результате особенностей совершающегося в нем круговорота веществ. В течение многих лет он целеустремленно разрабатывает теорию биологической продуктивности водоемов, и каждая из его новых работ углубляет и детализирует эту проблему и является все более и более высокой ступенью в этом направлении. Обобщая в своей книге «Фауна рек и водохранилищ» результаты своих работ, он устанавливает закономерности биологических процессов в водоемах, обусловливающих характер и размеры естественной продукции, и дает первую теорию биологической продуктивности, известную под названием теории АБЭО — теория аккумуляции биологической и экологической обеспеченности (В. И. Жадин, 1940, Фауна рек и водохранилищ : 942—960).

Вопреки мнению некоторых исследователей, В. И. широко понимает эти 3 важнейших элемента своей теории, как это видно из существа его монографии. Аккумуляция в смысле В. И. — это накопление в водоеме не только органического вещества в разных его формах и состоянии, но и любых других веществ, избыток или недостаток которых снижает биологическую продукцию; одновременно В. И. устанавливает правило гипер- и гипоаккумуляции (стр. 949, 950 и фиг. 103), которое является одним из конкретных проявлений универсального закона оптимума, которому подчинены и все биологические явления. Под биологической обеспеченностью В. И. подразумевает всю совокупность живого населения, оценивая биологические особенности обитающих в водоеме видов также с точки зрения их участия в формировании полезной или вредной биологической продукции. То же касается и экологической обеспеченности, содержание которой раскрывается и в этой, и в других работах В. И. как оценка физико-химической, географической и биотической обстановки, обусловливающей характер биологической продукции и ее объем.

Может быть, имело бы смысл несколько расшифровать все 3 главных звена теории и ввести в ее название еще три особенно важных ее элемента, на которые надо обращать пристальное внимание исследователей и хозяйственников при разработке мер к улучшению качества и размеров продукции водоемов, а именно динамику вод (Д), от которой зависит характер или тип круговорота веществ, загрязнение (З), во многом определяющее направление процесса биологического продуцирования, и форму хозяйства (Х) для оценки и выбора наиболее эффективного использования водоема; соответственно называть теорию В. И. теорией не АБЭО, а АБЭДЗОХ, где каждая буква обозначает особое, отдельное звено общей цепи, сознательно воздействуя на которые можно сильно улучшить условия создания полезной и подавления вредной продукции, как это и показывают последующие работы В. И.

В результате исследований того или иного водоема В. И., опираясь на свою теорию, каждый раз указывает пути управления его продуктивными свойствами и рекомендует меры для искусственного понижения его вредной или повышения полезной продукции.

Оценивая монографию В. И., мне хочется прежде всего отметить значение приведенного в ней автором большого фактического материала. Мне приходилось не раз слышать мнение о перегрузке книги, якобы в ущерб теоретической ее части. Я же считаю, что, наоборот, этот материал, на основании которого автор и развивает свои теоретические соображения, имеет огромную самостоятельную ценность; ведь факты — вещь не умирающая, тогда как точки зрения, толкования наблюдаемых явлений непрерывно меняются и под давлением накапливающихся фактов старые теории заменяются новыми. В этом отношении факты, сообщаемые В. И. (стр. 541—722 и 754—819), особенно на фоне реконструкции наших рек



до полной их неузнаваемости, приобретают сейчас все большее значение. Любой автор может рассматривать их под новым углом зрения и черпать из них драгоценные сведения, необходимые для аналогий, сравнений, и использовать как исходные материалы для развития новых представлений и толкований, для новой теории, для оценки явлений с позиций нового уровня исследований.

Ценность глав, посвященных изложению фактического материала, увеличивается также за счет того, что в них имеются важные теоретические соображения В. И. и обобщения закономерностей наблюденных им явлений; в эколого-систематическом списке видов фауны рек, водохранилищ и поемных водоемов большой интерес представляют по-новому составленные экологические спектры ряда видов моллюсков и ручейников (фиг. 80—85, 87, 89, 90).

Особо следует подчеркнуть, что новая терминология вертикальных зон реки (стр. 539—541), классификация донной фауны (стр. 850—854), биоценозов (стр. 861—912) и их терминология, классификация рек, водохранилищ и поемных водоемов (стр. 912—919), установленные В. И. генетические ряды водоемов текучих и стоячих вод (стр. 956—957) прочно вошли в гидробиологию. Глава VIII (стр. 722—754) насыщена теорией и дает гидробиологам плодотворнейшую идею построения классификации природных водоемов на основе типов круговорота веществ, для использования ее не только для внутренних континентальных, но и для морских водоемов (Е. Ф. Гурьянова, 1943 г., 1945 г., 1957 г., К. А. Бродский, 1957 г.). Образцом могут служить приведенные В. И. схемы круговорота веществ в реках (фиг. 71—73), поемных водоемах (фиг. 74) и водохранилищах (фиг. 75).

Большое теоретическое и практическое значение имеют обобщения В. И. по изменению биоценозов рек при превращении их в водохранилища (фиг. 101, иллюстрирующая эти изменения для 3 типов рек) и по смене биоценозов в генетическом ряду река—поемный пруд (фиг. 102). Очень интересна совсем новая идея, на которую следует обратить особое внимание ихтиологов-зоогеографов, — это соображения В. И. о значении мутности рек, связанной с таянием материковых льдов, в происхождении миграций проходных рыб; его соображения о причинах принципиальной разницы в ареалах между формами, обитающими в стоячих водах и водах текучих, также связанных, по его мнению, с ледниковым периодом, о зоогеографических элементах донной фауны рек СССР, о проникновении морского элемента в бассейны южных рек и многие другие вопросы теории и применение их в практической деятельности.

Основополагающее значение имеет глава XI (стр. 919—942), где В. И. устанавливает и обосновывает принципы составления прогноза биологического режима водохранилищ.

Составление прогноза, как указывает В. И., «дело нелегкое и требующее участия крупных специалистов различной специальности, . . . что составление прогноза вод можно осуществить только на основе изучения реки и ее водосбора до постройки плотины, используя, конечно, в значительной мере и метод аналогий» (стр. 940). Очень характерно для В. И. его высказывание здесь же по поводу задачи советского ученого, которая «отнюдь не кончается на составлении объективного прогноза. . . и даже не на выработке плана своевременных мероприятий по устранению особо нежелательных явлений, иногда сопутствующих гидротехническому строительству. Задача советского ученого идет неизмеримо дальше — он призван разрешить проблему использования сооружаемых водохранилищ в целях максимально продуктивного рыбного хозяйства, превращения новых водохранилищ, новых водоемов в безукоризненные источники водоснабжения, и к тому же безопасные и в отношении малярии» (стр. 940).

В этих словах ярко проявляются личные черты В. И. как истинно советского ученого нашего времени. Такое же значение, закладывающее основы теории гидробиологии, имеет глава XII (стр. 942—960), где излагается теория биологической продуктивности (теория АБЭО); здесь исключительно интересна иллюстрирующая эту теорию схема классификации водоемов на принципе аккумуляции наносов, растворенных и коллоидных веществ и соответствие выделенных по этому принципу типов водоемов типам озер и сапробным зонам (табл. 113, стр. 955). Все обобщения монографии 1940 г., как подчеркивает сам В. И., основаны на материалах его исследований за период 1918—1936 гг. и лишь дополнялись, расширялись и детализировались в его последующих работах.

Результаты исследований В. И. по Учинскому водохранилищу в канале Москва—Волга опубликованы им в статье «Формирование биологического режима водохранилищ» в 1938 г. (Успехи совр. биологии, IX, 1 : 98—113), где обобщены также теоретические выводы его личного опыта работы на водохранилищах Днепра, Куры, Волхова и Закавказья. Это статья очень большого теоретического и неменьшего практического значения. В. И. прослеживает изменения биологической картины от примитивной лужи до грандиозного водохранилища, используя также литературные источники, устанавливает закономерности, которые проявляются на 1-м, 2-м, 3-м году существования водохранилища с момента сооружения плотины и выделяет стадии, через которые проходят водохранилища, построенные на разных типах рек и в разных географических зонах.

Характеристика этих стадий и направлений биологических процессов, которые протекают в каждой из стадий, имела решающее значение в разработке принципов прогноза биологического режима проектируемых водохранилищ; эти принципы, опубликованные в монографии В. И. (1940, стр. 935—940), легли в основу прогноза биологического режима Куйбышевского водохранилища, так блестяще оправдавшегося, подтвердили правильность установленных закономерностей и основных положений В. И. в его теории биологической продуктивности и стали образцом для составления прогнозов для других водохранилищ.

В этот же период В. И. было задумано издание в трех томах замечательного пособия для широкого круга научных работников, имеющих дело с водоемами, учащихся и любителей живой природы — «Жизнь пресных вод» под редакцией В. И.; Владимир Иванович организовал подготовку рукописей и привлек к составлению отдельных глав специалистов по разным группам животных и растительных организмов. К 1940 г. было подготовлено уже 2 тома; оба эти тома построены таким образом, что возможно точное определение пресноводных животных всех групп начиная от позвоночных, в том числе и птиц, биология которых связана с водоемами, и кончая простейшими. В. И. привлек к участию в этом издании таких крупных специалистов, как акад. Л. С. Берг (рыбы), М. Н. Римский-Корсаков (вилохвостки, бабочки и большекрылые), А. Н. Кирименко (клопы), В. М. Рылов (ветвистоусые и веслоногие рачки) и др. По каждой группе даны таблицы для определения, большинство до рода, но для ряда групп и до вида, с данными по экологии и географическому распространению. I том вышел в 1940 г., но II том, уже тогда сданный в типографию, не вышел в свет, так как в начале войны типография, в которой находился набор книги, была разрушена бомбой; к счастью, сохранились рукописи и корректуры, по которым книга была снова набрана уже после войны и появилась в печати в 1949 г. Перу В. И. принадлежит краткий очерк истории изучения жизни пресных вод (I том, стр. 5—13) и раздел по моллюскам (стр. 79—101). Нужда в таком



пособии была настолько велика, что оба тома сейчас же после их появления в печати разошлись и потребность во 2-м издании стала остро необходимой. Издание «Жизни пресных вод», и особенно II тома, свидетельствует о неуклонной воле В. И. к осуществлению им задуманного, вопреки возникавшим трудностям. Эта воля проявляется и в развертывании исследований В. И., неуклонно и последовательно расширяющего и углубляющего познание наблюдаемых явлений, вскрывающего сущность сложнейшего процесса круговорота веществ в водоеме и его взаимосвязи с окружающей географической средой. Во многих своих статьях В. И. подчеркивает настоятельную необходимость сравнительного изучения водоемов различных географических зон и ландшафтов, введения эксперимента в гидробиологические исследования и разработки их методики. И это тоже не пустая декларация; В. И. осуществляет это на деле.

Так, после составления в 1939 г. прогноза биологического режима проектируемого тогда Куйбышевского водохранилища В. И. направил усилия коллектива, которым он руководил, на изучение процессов аккумуляции, которые изменяют степень биологической и экологической обеспеченности водоема и определяют характер и размеры его биологической продукции, и в первую очередь промысловой. В 1940 г. его сотрудниками были начаты экспериментальные исследования накопления органических веществ и возникающего сероводородного брожения в заливаемых почвах водохранилища, воздействия на воду осаждающихся взвешенных наносов, изучение влияния иловых отложений на придонные слои воды и адаптационных возможностей организмов в разных условиях аккумуляции. Одновременно для изучения конечного интересующего человека звена круговорота веществ водоема — его рыбопродукции — были проведены работы по питанию рыб, по выяснению кормовых коэффициентов пищевых видов и проводилась разработка методики количественных исследований и учета биостока реки (разработка счетного и весового метода для планктона), а также работы по уточнению некоторых элементов составленного прогноза [Сборник работ по проблеме реконструкции фауны Волги, 1941, Тр. ЗИН АН СССР, VII, I, где имеется статья В. И. Жадина и П. Г. Данильченко (стр. 128—147)] с выводом о недонасыщенности фауны, которую можно выправить путем интродукции и акклиматизации определенных видов.

Эти работы были прерваны разразившейся Великой Отечественной войной. Второй сборник работ по проблеме реконструкции фауны Волги был опубликован уже после войны, в 1948 г. (Тр. ЗИН АН СССР, VIII, 3); в этом сборнике В. И. (стр. 413—466) приводит материалы по изменениям донных биоценозов по мере увеличения аккумуляции и перехода ее от транзитного типа к перманентному, дает интереснейшую схему превращения псаммореофильного биоценоза в пелофильный (стр. 435, фиг. 8) и высказывает идею о процессе эволюции донной фауны при заилении водоема, приведшем к расцвету вторичноводных организмов при угнетении первичноводных. Таким образом, II период деятельности В. И., так блестяще развернувшийся в стенах Зоологического института АН СССР, завершается прогнозом 1939 г., выходом в свет монографии В. И. по фауне рек и водохранилищ и публикацией I тома «Жизни пресных вод».

Программа целенаправленных фаунистических и гидробиологических исследований, предложенная В. И. в докладе 1932 г. и принятая фаунистической конференцией, была им выполнена, а в процессе ее выполнения реконструирован на новой основе гидробиологический отдел ЗИН АН СССР и была начата координация гидробиологических исследований континентальных вод СССР путем организации в ЗИН АН СССР совещаний по крупным проблемам гидробиологии.

III период деятельности В. И. естественно совпадает с годами войны в условиях эвакуации ЗИН АН СССР в Среднюю Азию (с осени 1942 г. по весну 1945 г.). Здесь опыт В. И. очень сильно обогатился, его теоретические построения расширились, углубились и приобрели еще бо́льшую стройность. Помимо работы по проблемам гидробиологическим, он переходит к проблемам широкого общебиологического значения, таким, как происхождение пресноводной фауны, выход водных организмов на сушу и переход наземных форм к водному образу жизни и др.

В Таджикистане В. И. организовал коллектив с привлечением, как всегда, местных сил, наладил тесную связь с местными учреждениями и хозяйствами и нацелил этот коллектив на исследования водоемов Средней Азии в разных направлениях. В. И. провел комплексное изучение разных типов водоемов Таджикистана и впервые познакомился с его горными реками, родниками и источниками, с поливными полями, водохранилищами и водоемами оросительной системы и пустынь, с солоноватоводным оз. Балхаш. В связи с огромным хозяйственным значением р. Аму-Дарьи он исследовал реку от истоков до дельты и водоемы ее бассейна. Целью всех этих работ было не только познание и развитие теоретических проблем, интересующих самого В. И., но в задачу их входила, как всегда и во всех работах В. И., разработка на прочной научной основе практических мероприятий по максимально возможному использованию местных водоемов в хозяйстве республики, по борьбе с вредными явлениями, снижающими урожаи в поливном сельском хозяйстве и по охране здоровья населения.

Теоретические заключения на основании работ, проведенных в Средней Азии, содержатся в докладе В. И. «Результаты и следствия гидробиологических исследований в Таджикистане» (Научная сессия Зоологического института в Сталинабаде, 1945, тезисы), где В. И. дополняет классификацию рек снежникового, родникового и смешанного питания, расширяет классификацию родников западноевропейских авторов, выдвигает и обосновывает новое понятие «родниковый бассейн» и дает их классификацию для Таджикистана; он устанавливает также новый тип пойм («щебнистая пойма») и дает рекомендации для хозяйственной практики республики. Эти же работы послужили В. И. для разработки проблемы генезиса фауны и биоценозов водоемов СССР (Зоол. журн., 1946, XXV, 5 : 385—394); здесь, между прочим, В. И. пишет: «. . . установление генезиса биоценозов в водоемах самого разного характера и разных географических зон (разрядка моя, — *Е. Г.*) — могучий инструмент для построения прогнозов биологической картины и режима в водоемах, подвергающихся гидротехническому, индустриальному и сельскохозяйственному воздействию»; та же мысль подчеркивается в его статье 1947 г. (Зоол. журн., 1947, XXVI, 5 : 403—414). Материалы по среднеазиатским моллюскам дают В. И. возможность выделить в этой фауне 6 генетически различных групп, аналогичных фаунистическим комплексам Никольского, в которых сочетается общность происхождения видов и их экологических особенностей. Специфика среднеазиатских рек позволила В. И. выделить их в особый класс в кавказском типе рек, разделить на естественные участки и дать характеристику («Опыт гидробиологической классификации рек СССР и деление рек на участки», 1951, Тр. Карело-Финск. отдел. ВНИОРХ, III : 231—243). Результаты исследований Аму-Дарьи обобщены в статье В. И. «Теоретическое и практическое изучение бассейна Аму-Дарьи» (Тр. ЗИН АН СССР, 1950, IX : 7—15), где сформулированы и практические задачи народного хозяйства Таджикской ССР, решение которых связано с гидрологическими исследованиями. Наиболее полное отражение эти работы нашли в написанных В. И. гла-



вах 24-й (стр. 256—571), 26-й (стр. 571—622) и 29-й (стр. 706—724) III тома «Жизни пресных вод», 1950 г.

Интереснейший фактический материал, собранный В. И. и его сотрудниками, опубликован в «Сборнике работ по гидробиологии Средней Азии» под редакцией В. И. (Тр. ЗИН АН СССР, 1950, IX) и в монографии «Ущелье Кондара» (1951, изд. АН СССР).

В Средней Азии В. И., конечно, продолжает и изучение моллюсков как пресноводных (ДАН СССР, 1948, IX, I; Тр. ЗИН АН СССР, 1950, IX, I), так и наземных, концентрируя свое внимание на вредителях-слизнях и мерах борьбы с ними (Зоол. журн., 1946, XXV, I).

Как видим, и в условиях эвакуации В. И. остается верным своему кредо, расширяя и углубляя круг своих интересов и стремясь направлять свои исследования к решению задач народного хозяйства Таджикистана. Работы на горных водоемах, на водоемах оросительной системы и поливных полях позволили ему быстро развить и полнее обосновать свои теоретические позиции и дать значительный выход в хозяйственную практику.

Новый этап деятельности В. И. по возвращении из эвакуации в 1945 г. отличается быстрым внедрением в работы руководимого им коллектива эксперимента и новейшей методики, широким, всесоюзного масштаба размахом организационной работы, связанной с централизацией и координацией гидробиологических исследований внутренних континентальных вод СССР, подведением итогов своих многолетних работ по изучению природных водоемов разных типов и в различных широтах и ландшафтных зонах и полной реорганизацией пресноводной группы гидробиологического отдела ЗИН АН СССР с превращением ее в лабораторию пресноводной и экспериментальной гидробиологии.

В. И. организует в ЗИН АН СССР регулярные всесоюзные совещания по проблемам континентальных вод, связанным с государственными пятилетними планами (в 1946, 1949, 1950, 1951, 1954, 1957, 1962 гг.), выступает в ряде журналов и тематических сборников с обобщающими теорию и программными статьями и докладами. Программные совещания ЗИН АН СССР стали замечательной, своеобразной школой молодых гидробиологов и координационным центром гидробиологических исследований.

Первое совещание было проведено в 1946 г., где В. И. выступил с докладом о состоянии гидробиологии и задачах гидробиологов, связанных с 5-летним планом восстановления и развития народного хозяйства; на этом совещании были заслушаны доклады отчетного характера о выполненных за время войны работах в РСФСР, УССР, в Карелии, на водохранилищах, в речных дельтах, в низовьях Дуная, на Урале, в Коми АССР, Западной и Восточной Сибири, на Амуре, Северном Кавказе, Средней Азии, Киргизии, Арале и в других районах. Это позволило судить о расстановке сил сохранившихся после войны кадров гидробиологов в решении важнейших гидробиологических проблем в области водоснабжения населенных пунктов и промышленных предприятий, в рыбном хозяйстве, в медицине и санитарии, в гидростроительстве. Сам В. И. в своем докладе дал характеристику современного состояния гидробиологии внутренних вод СССР и стоящих перед нею задач; эти идеи получили более полное развитие в двух его работах: 1949 г. (Зоол. журн., XXVIII, 3) и 1950 г. (23-я глава «Жизни пресных вод», III том).

В докладе на II совещании 1949 г. В. И. выдвигает на первый план задачу гидробиологического освоения искусственных водоемов, и в том числе водоемов полезащитных лесонасаждений; водохранилища, охрана гидросооружений, проблема загрязнений водоемов сточными водами, улучшение качества воды, борьба с малярией — по-прежнему стоят в центре его внимания.

Ко времени III совещания 1950 г. вышел III том «Жизни пресных вод», изд. ЗИН АН СССР, где В. И., кроме уже упоминавшихся 24-й, 26-й и 29-й глав, написана глава 23-я («Общие вопросы, основные понятия и задачи гидробиологии», 7—103) и совместно с А. Г. Родиной глава 31-я («Биологические основы водоснабжения и очистки вод», 779—818). В этих главах В. И. очень полно развивает теоретические основы гидробиологии внутренних вод и свои взгляды по важнейшим проблемам этой теории. Этот том явился итогом всех исследований В. И., проведенных до 1950 г., и может рассматриваться в сущности как Handbuch пресноводной гидробиологии, столь необходимый для дальнейших исследований и для университетских курсов.

На III совещании 1950 г., посвященном вопросам биологической продуктивности и результатам работ в районах полезащитного строительства, В. И. в своем докладе дает систематизацию представлений о биологической продуктивности, в основе которой лежит его теория АБЭО.

В 1951 г. на IV совещании В. И. снова выступает с программным докладом. Программа В. И. по исследованию рек была одобрена совещанием, как координирующая работы на Волге и Каме, и было подчеркнуто, что в ЗИН АН СССР в сущности уже создан координационный центр гидробиологических исследований. Важнейшей проблемой гидробиологии данного периода В. И. считал разработку основ повышения рыбопродуктивности водоемов (Тр. проблемн. и тематич. совещаний ЗИН АН СССР, 1954, II, предисловие В. И. Жадина). В докладе на этом совещании В. И. предлагает программу-максимум и при этом указывает как на обязательный пункт этой программы «наметку» системы мероприятий по развитию сырьевой базы рыбной промышленности.

В. И. снова, как всегда, осуществляет свою программу по разработке основ повышения рыбопродуктивности водоемов и организует Северо-Кавказскую экспедицию, которая и работала на рыбцово-шемайном питомнике под Краснодаром в течение 1951—1953 гг. Во время этих работ В. И. впервые применил меченые атомы и разработал метод комплексного органо-минерального удобрения рыбоводных прудов, который дал весьма положительный эффект.

На V совещании в 1954 г. были уже доложены некоторые результаты комплексных работ на рыбцово-шемайном питомнике; в комплекс гидробиологических работ были введены исследования гидрохимического режима при удобрении прудов, микробиологические работы, исследования фито- и зоопланктона, наблюдения за личинками и мальками рыб. Благодаря применению радиоактивных изотопов был разработан метод радиомаркировки рыбца, позволяющий очень быстро производить подсчет молоди, и новая флуоресцентная микроскопия (люминесцентный микроскоп) для счета бактерий.

Группа сотрудников В. И. вместе с работниками лаборатории Азово-Черноморского управления и питомника проследила прохождение отдельных компонентов удобрения по биологическим звеньям круговорота при помощи меченых атомов и применила метод «приманочного наполнения прудов» для борьбы с хищниками и конкурентами, давший в условиях Северного Кавказа большой положительный эффект. Тогда же впервые были проведены опыты по применению бактериальных удобрений. В докладе на V совещании В. И. уже дает основы теории удобрений и считает совершенно необходимым исследовать каждое звено круговорота веществ при помощи меченых атомов (Тр. проблемн. и тематич. совещаний ЗИН АН СССР, 1957, VII, 5—13). Итоги Северо-Кавказской экспедиции опубликованы в Трудах ЗИН АН СССР (1959, XXVI). В дальнейшем В. И. продолжает исследования по проблеме удобрения прудов для повышения их рыбопродукции в другом широтном поясе — Латвийской ССР.



Совместно с Институтом биологии АН Латв. ССР разрабатывает комплексное порционное внесение удобрений в рыбоводные пруды, значительно повысившее выход рыбопродукции, и дает рекомендации рыбному хозяйству республики. Результаты этих исследований опубликованы в журнале «Рыбное хозяйство внутренних водоемов Латв. ССР» (II и III, 1958, 1959) и в Трудах V научной конференции 1957 г. по изучению внутренних водоемов Прибалтики (1959, Минск : 173—186).

На VI совещании 1957 г. в докладе «Вопросы биологической продуктивности водоемов при удобрении рыбоводных прудов» В. И. дает схему биолого-продукционных связей при комплексном удобрении пруда, раскрывающую особенности круговорота веществ в этих условиях (Тр. VI совещания по проблемам биологии внутренних вод, 1957, ЗИН АН СССР и Институт биологии водохранилищ, 1959, 5—16). В этом докладе В. И. выдвигает новую задачу гидробиологии — борьбу с загрязнениями осколочными материалами при испытании атомных и водородных бомб и отходами атомной промышленности и снова подчеркивает необходимость применения новых методов и автоматических регистраторов для изучения круговорота веществ по всем звеньям цепи превращений вещества в процессе создания биологической продукции и важность изучения особенно малого круга круговорота.

Работами на рыбоводных прудах Северного Кавказа и Латвийской ССР с применением радиоизотопов и меченых атомов В. И. поднимает сразу на еще более высокий современный уровень исследования пресноводной группы гидробиологического отдела ЗИН АН СССР.

В этот же период В. И. выходит на широкую международную арену; в качестве главы советской делегации на XIII Лимнологическом конгрессе в Хельсинки в 1956 г. он восстанавливает и оформляет участие Советского Союза в Международной ассоциации теоретической и прикладной лимнологии и выступает с обобщающим докладом о формировании биологического режима водохранилищ в СССР и в других странах. Здесь он особо подчеркивает роль биологического стока реки и дает классификацию водохранилищ, кладя в основу ее 3 важнейших признака — генезис, морфологию и биологическую продуктивность. В статьях об этом конгрессе (Вестник АН СССР, 1956, № 2; Зоол. журн., 1957, XXXVI, 2) В. И. ставит вопрос об организации Гидробиологического института в системе Академии наук и предлагает для него вместо распыленной тематики одну проблему «Водные биологические ресурсы и их использование». В 1959 г. В. И. дает мировую сводку по биологическому режиму водохранилищ [Тр. VI совещания по проблемам биологии внутренних вод, 1957, изд. Зоол. института АН СССР и Института биологии водохранилищ, 1959 (совместно с М. Б. Ивановой)].

Применение радиоизотопной методики в своих исследованиях В. И. начал в 1953 г.; с этого года в ряде статей (1955, 1957, 1964, 1965 гг. и др.) он пишет о перспективах, которые открываются этой методикой перед гидробиологией, и о значении ее в познании самой сути процесса биологического продуцирования и кругооборота веществ в водоемах. В 1957 г. В. И. выступает с большим докладом на эту тему на Всесоюзной научно-технической конференции по применению радиоактивных и стабильных изотопов в народном хозяйстве и науке, а в 1958 г. — на Международной конференции по мирному использованию атомной энергии.

В 1957 г. В. И. — активный участник Международного совещания по изучению Дуная в Вене (Вестн. Акад. наук, 1958, 3); в 1959 г. делает два доклада на XIV Лимнологическом конгрессе в Вене, где он избирается вице-президентом Международной ассоциации теоретической и прикладной лимнологии (об этом конгрессе В. И. публикует статью в Зоол. журн., 1960, XXXIX, 4); в 1962 г. выступает в Будапеште на конгрессе по ка-



п 59364
Центральная научная
БИБЛИОТЕКА

честву воды (см. статью В. И. в Тр. Всесоюзн. гидробиол. общ., 1963, XIV : 4—21), а в 1965 г. на XVI Международном конгрессе лимнологов в Варшаве ему присуждается медаль им. Наумана.

В этот период, продолжая экспериментальные и полевые работы по изучению процессов биологического продуцирования, В. И. большое внимание обращает на проблему природных водоемов и ведет исследования процесса самоочищения рек. Этот поворот В. И. к изучению загрязнений и самоочищения водоемов был обусловлен тем, что эти 2 проблемы приобрели первостепенное международное значение в связи с развитием ядерной промышленности и загрязнением водоемов атомными осколочными материалами, требующими разработки защитных мер. Как всегда, В. И. видит главное звено в вопросах гидробиологии данного момента и разрешение именно их ставит задачей комплексных исследований своего коллектива сотрудников.

В 1960 г. для этих целей В. И. организует 2 экспериментальных базы на водоемах Карельского перешейка — в Отрадном и на оз. Красавица, — а при реорганизации структуры Зоологического института выделяется самостоятельная лаборатория пресноводной и экспериментальной гидробиологии. В этой лаборатории под руководством В. И. продолжается комплексное исследование отдельных звеньев круговорота веществ, процессов создания живого органического вещества и его деструкции. Применяются различные методы этого исследования, проводится сравнительный анализ применяемых методик, эксперимент осуществляется в полевых и лабораторных условиях.

Проблема загрязнений становится в центре работ лаборатории; В. И. снова борется за воду.

В 1961 г. он делает доклад на совещании Учинского гидроузла Московского водопровода, созванном при его участии Московским водопроводом и Гидробиологическим обществом; в 1962 г. организует в ЗИН АН СССР совещание по биологическим основам водоснабжения и канализации Ленинграда, где выступает с большим докладом о биологических основах охраны и использования водных ресурсов; в том же 1962 г. совершает поездку в Германскую Демократическую Республику, где в связи с проблемой загрязнения знакомится со специальными научными лабораториями.

Доклады, статьи, выступления и организуемые В. И. совещания всегда связаны с основными направлениями в развитии народного хозяйства СССР. Очень большое значение в этом отношении имеет статья В. И. «Место гидробиологии при выполнении семилетнего плана» (Зоол. журн., 1959, XXXVIII, 9), где он пишет, что гидробиолог обязан иметь тесную связь почти со всеми отраслями народного хозяйства, что нужна своевременная консультация и участие в разработке мер борьбы с вредными гидробиологическими явлениями, что нужен высокий теоретический уровень и постоянное совершенствование методики исследования в контакте с физикой и химией, что теоретическая основа для всего этого — общее учение о биологической продуктивности веществ и что раскрытие закономерностей круговорота веществ позволит разработать пути сознательного управления биологическим продуцированием в водоемах. В. И. дает тематику по 3 разделам семилетнего плана: 1) закономерности круговорота веществ и биологическое продуцирование водоемов; 2) биологическое самоочищение и охрана вод от загрязнений; 3) биологические помехи при водоснабжении, эксплуатации флота, портостроении и меры борьбы с ними — и снова подчеркивает, что очень важны работы по самоочищению и охране вод с особым вниманием к новым видам загрязнений радиоактивными веществами.

В этой статье с такой же яркостью, как в докладе в 1932 г. на фаунистической конференции, В. И. выступает как передовой советский ученый, исследователь-новатор и организатор науки. Ни одна из статей, книг, ни один доклад, ни одно выступление В. И. не обходится без вытекающих из сообщаемых В. И. новых фактов и наблюдений, новых теоретических соображений, идей и мыслей, которых хватило бы для их разработки и углубления не только коллективу, который работает вместе с В. И.; и опять мы видим, что В. И. находит все новые и новые пути, по которым должна развиваться гидробиология, и что эти пути всегда устремлены к решению связанных с водоемами задач государственного плана нашей страны.



К моменту организации лаборатории пресноводной и экспериментальной гидробиологии В. И. подготовил IV том «Жизни пресных вод», посвященный методике гидробиологических исследований; первая его часть вышла из печати в 1956 г., вторая часть — в 1959 г.; В. И. не только провел огромную работу по подготовке и редактированию этих двух полутомов, но и написал раздел «Методика изучения донной фауны водоемов и экологии донных беспозвоночных» (I часть, 1956 : 279—382), где нашел отражение многолетний опыт автора.

Задумав 4-томное издание «Жизнь пресных вод» еще в конце 30-х годов, В. И. провел огромную работу по организации коллектива авторов, специалистов по различным группам водных животных, растений и водорослей; он привлек авторов, работающих на водоемах разных типов и применяющих различные методики, выполнил тяжелую и кропотливую работу по редактированию всех томов и таким образом завершил более чем 40-летний личный опыт и труд большого коллектива специалистов, подготовив к изданию последний том этого замечательного, остро необходимого пособия. За этот же период В. И. подготовил два других, имеющих важное значение пособия для гидробиологов, написанные лично им, — «Методы гидробиологического исследования» (1960, изд. «Высшая школа») и совместно с С. В. Герд «Реки, озера, водохранилища СССР» (1961), где им написаны главы I, III, IV и VI и разделы VII главы о прудовом хозяйстве и о борьбе с загрязнениями и обрастаниями.

Интенсивно и углубленно работая над проблемами пресноводной гидробиологии, В. И. никогда не упускал из виду помощь исследователям природных водоемов, заботясь об издании крупных пособий, и стремился популяризировать достижения гидробиологии публикацией статей в популярных, широко известных журналах, таких как «Природа» и «Рыбное хозяйство».

Выделение коллектива сотрудников В. И. в самостоятельную лабораторию в 1960 г. ознаменовало новый этап в исследованиях В. И. и его коллектива, получивших бóльшую возможность для расширения и углубления работ и улучшения материальной базы для проведения и полевых, и лабораторных экспериментальных исследований. Главной проблемой, над которой работала лаборатория, окончательно стала проблема загрязнения и самоочищения водоемов и ее основа — теория биологической продуктивности и круговорот веществ.

В 1959 г. В. И. организует Окскую экспедицию со специальной целью исследовать загрязнение и процессы самоочищения р. Оки и изменения в ее фауне и флоре через 35 лет после своих работ на Окской биологической станции и в Новинке. В содружестве с Институтом биологии водохранилищ (ныне Институт биологии внутренних вод) р. Ока была исследована от ее истоков до Горького. Было установлено на всем протяжении от Калуги до устья 18 створов, часть из которых была поставлена там же, где велись исследования в 1921—1924 гг. Результаты этой экспедиции опубликованы под редакцией В. И. в Трудах ЗИН АН СССР (1964, XXXII, в сб. «Загрязнения и самоочищение реки Оки»); перу В. И. принадлежит очерк «Гидробиологическое исследование реки Оки» (стр. 3—10),

где он пишет, что при всех формах использования реки необходимым условием является высокое качество (чистота) воды и что «нельзя мириться с загрязнением рек минеральными токсическими и ароматическими веществами»; здесь же его статья «Донные биоценозы реки Оки и их изменения за 35 лет» (стр. 226—287), где В. И. дает теоретические соображения (стр. 281—287) и, в частности, считает «правомочным использование донной фауны как показателя изменяющихся качеств воды», предлагает для классификации загрязнений 3 шкалы для определения степени загрязнения: шкалу сапробности (по Кольквицу и Марсону), шкалу токсобности (способность существовать в водах, содержащих токсические вещества) и шкалу сапротоксобности (Шрамек-Гушек), — и указывает на необходимость разработки системы биоиндикаторов степеней загрязнения по всем трем шкалам.

В связи с расширением экспериментальных работ и применением изотопной методики вся лаборатория во главе с В. И. прошла в 1960 г. курсы по повышению квалификации научных работников, организованные кафедрой ядерной физики ЛГУ, и затем В. И. организовал для своих сотрудников специальный семинар по вопросам радиологии, где были рассмотрены ее общие принципы и ряд частных вопросов. Одновременно были начаты работы по проблеме первичной продукции и были проведены сравнительные исследования методов ее изучения, проведенные в Отрадном и на оз. Красавица.

В этот период В. И. — активный участник системы координации научных исследований в научном совете по ведущей проблеме Отделения биологических наук АН СССР «Биологические процессы и пути управления ими» (см. «Вопросы советской науки», 1959, изд. АН СССР). На совещании по изучению первичной продукции водоемов в 1960 г. в Минске В. И. выступает от имени научного совета с докладами «Роль первичной продукции в решении проблемы гидробиологических процессов и путей управления ими» и «О применении радиоуглеродного и кислородного методов при изучении первичной продукции оз. Красавица» (совместно с Т. В. Жаровой и Н. Г. Озерецковской) («Первичная продукция морей и внутренних вод», 1961, Минск : 7—10 и 195—203).[3]

Здесь В. И. призывает к тесному контакту и сотрудничеству гидробиологов, работающих по I проблеме, с ихтиологами и гидробиологами, работающими по II проблеме, — «Динамика численности. . .», так как «данные исследовательской работы по обеим проблемам должны использоваться в практике всего народного хозяйства», и определяет программу и задачи этих исследований. В докладе о методах изучения первичной продукции на основании сравнения радиоуглеродного, кислородного и хлорофильного методов, примененных в лаборатории и на оз. Красавица, В. И. дает оценку этих методов и рекомендует применение двух первых, считая хлорофильный метод ненадежным.

Сравнительные исследования применимости и разработка разных методов при изучении биологических звеньев круговорота веществ проводились в лаборатории также по микробиологии; А. Г. Родина, крупный микробиолог-гидробиолог, разработала методы прямого микроскопического изучения бактериального населения водоема, метод прямого счета бактерий и люминесцентный анализ, которые оказались очень перспективными при изучении загрязнений и процессов самоочищения в водоемах. А. Г. Родина с 1937 г. работала в коллективе В. И. и вела микробиологические исследования в общем комплексе проблем, разрабатываемых В. И.

[3] На этом совещании с докладами выступили также другие сотрудники В. И. — Н. Н. Хмелева «О применении этих методов на прудах Латв. ССР» и М. Б. Иванова «О применении хлорофильного метода при изучении первичной продукции».



Она обеспечивала изучение микробиологических звеньев в создании и редукции органического вещества в круговороте веществ и процессах самоочищения водоемов; ею опубликована серия замечательных работ по этим вопросам, и в этом отношении заслуга В. И., привлекшего к своим исследованиям такого крупного микробиолога, очень велика.

В 1962 г. В. И. организует в Зоологическом институте АН СССР совещание по радиоактивным изотопам и методам санитарной гидробиологии, на котором выступили с докладами он сам и сотрудники его лаборатории; доклады, заслушанные на совещании, изданы отдельной книгой (Радиоактивные изотопы в гидробиологии и методы санитарной гидробиологии. 1964, изд. «Наука»). В предисловии В. И. пишет: «Современный этап развития гидробиологии знаменуется двумя чертами: 1) применением в гидробиологическом исследовании радиоактивных изотопов в качестве меченых атомов и 2) стремлением бороться с большим загрязнением водоемов индустриальными сточными водами, содержащими различные химические вещества, в том числе и радиоактивного характера». Именно этими же чертами характеризуются и исследования лаборатории В. И. В сборнике это отражено докладами В. И. Жадина, Н. Г. Озерецковской и А. Ф. Алимова «Миграция фосфора в циркулирующей и стоячей воде», Н. Г. Озерецковской о влиянии стабильного изотопа фосфора и азота на поглощение радиоактивного фосфора макрофитами, Т. В. Жаровой о влиянии одного из комплексонов на накопление радиоактивных изотопов бактериями и А. Г. Родиной, где она на основании проведенных ею исследований рекомендует разработанные ею методы прямого микроскопического изучения бактериального населения водоема, прямого счета бактерий и метод люминесцентного анализа, которые очень удобны и перспективны при изучении как самих загрязнений, так и процессов самоочищения.

Лаборатория В. И. изучает круговорот веществ, его биологические звенья как основу для решения задач санитарной гидробиологии, разрабатывая методику исследований и вскрывая глубины процессов биологического продуцирования. Стоя на передовых позициях, В. И. считает, что гидробиология должна развиваться в двух направлениях — биологопродукционном и санитарно-техническом, что они оба, развиваясь, синтезируют результаты работы на водоемах и в лаборатории. В. И. на основании своего богатого личного опыта дает ценнейшие советы для исследователей, работающих в этих направлениях («О состоянии и перспективах развития радиационной гидробиологии на пресных водах», Гидробиол. журн., I, 1 : 20—24).

Методы радиационной гидробиологии нашли широкое применение в исследованиях В. И. и его лаборатории, связанных с проблемой загрязнения природных водоемов и их охраной и с изучением процессов самоочищения. Эта проблема последовательно и целеустремленно разрабатывается В. И. многие годы и заняла первое место в его лаборатории в настоящее время; цель этих исследований — создание теории и ее приложение к решению задач, поставленных народным хозяйством. Лаборатория В. И. закончила крупное исследование р. Невы по проблеме комплексного использования и охраны ее ресурсов; задача этих исследований совершенно конкретна — получить чистую воду для водоснабжения населения и удобрения для полей колхозов и совхозов, расположенных в бассейне Невы.

Работа была поставлена очень широко и велась в трех направлениях; в течение 1962—1964 гг. проводились регулярные комплексные полевые исследования Невы и ее притоков на всем протяжении от Ладожского озера до устья реки и повторные наблюдения на створах, расположенных в 6 пунктах. Одновременно выполнялись экспериментальные исследования по проблеме фильтрационно-окислительной способности гидробион-

тов и разработка методики этих работ; в то же время проводились стационарные наблюдения и опыты в природе и проверка результатов эксперимента в лаборатории на полевой базе лаборатории в Отрадном. Материалы этих исследований, публикуемые в настоящем сборнике, дают очень много для углубления и развития теории биологической продуктивности водоемов, которая, как всегда, лежит в основе исследований В. И., для раскрытия цепи явлений в круговороте веществ не только малого, но и большого круга и для создания теории самоочищения водоемов; они открывают перспективы для приложения полученных результатов к практике и к решению задачи, поставленной перед коллективом лаборатории.

Лаборатория В. И. наряду с разработкой крупных общих вопросов пресноводной и радиационной гидробиологии продолжала вести также и фаунистические исследования, подготовляя сводки, определители и монографии по отдельным группам пресноводных беспозвоночных для «Фауны СССР». Сейчас готовятся такие сводные работы по фауне коловраток, листоногих раков, по нематодам, олигохетам, личинкам хирономид, моллюскам; сотрудники лаборатории, специалисты-систематики участвуют во всех исследованиях В. И., обрабатывая собранный при полевых работах фаунистический материал.

Вторая группа сотрудников В. И., выполняющая экспериментальные исследования, разработку и совершенствование методики, продолжает работу по проблемам общей и санитарной гидробиологии. Эта группа проводит комплексные исследования рек для определения качества воды в целях здравоохранения и изучает органические и минеральные стоки для применения их в сельском хозяйстве (удобрение полей).

Организаторский талант В. И. проявился в умелом подборе и расстановке кадров лаборатории, в обеспечении исследований полевыми базами (Отрадное, на Куршском заливе и Неманском лимане в Рыбачьем Калининградской области), в организации экспедиций и совещаний, в координации исследований своей лаборатории с работами близких по тематике учреждений. Задачи лаборатории, ее тематика отражены в проблемной записке и календарно-тематическом плане научно-исследовательских работ по проблеме использования биологических ресурсов водоемов на 1965—1980 гг. («Вопросы советской науки», 1965 : 84—88). Они представляют собой последовательное расширение и углубление исследований круговорота веществ и тесно связаны с задачами народного хозяйства СССР.

Руководя большим коллективом своей лаборатории, заботясь о расширении работ и усовершенствовании методики исследований, постоянно поднимая исследования на все более и более высокий уровень, В. И., как всегда, одновременно готовит новую книгу «Общая и экспериментальная биопотамология», обобщая в ней свой громадный накопленный опыт.

Мне бы хотелось еще раз подчеркнуть, что В. И., разрабатывая интересующие его проблемы, всегда привлекает молодых научных работников, работает в тесном контакте и содружестве с другими исследовательскими и отраслевыми учреждениями, создает крупный, объединенный его идеями коллектив и решает поставленные задачи комплексно. Именно многосторонний подход к вопросу и создание дружного коллектива и есть та общественная жилка ученого-организатора, которая в современных условиях способствует быстрому движению вперед и теории, и практики. Руководя коллективами исследователей, В. И. не только более полно решает поставленные задачи, но и добивается быстрого научного роста работающих под его руководством молодых ученых.

Научно-организаторская деятельность В. И. очень широка; им самим и под его руководством и редакцией созданы капитальные труды и пособия; он вдохновитель и организатор всесоюзных совещаний по проблемам



внутренних вод; он один из активнейших членов-учредителей Всесоюзного гидробиологического общества и бессменный руководитель его Ленинградского отделения; он член ряда комиссий Академии наук СССР, координирующих науку в нашей стране, и активный участник научного Совета Академии наук по проблемам использования биологических ресурсов водоемов; наконец, он вице-председатель Международной ассоциации лимнологов и руководит значительной частью работ этой ассоциации, участвуя в организации конгрессов и международной разработке проблемы борьбы за качество воды.

Развивая лимнологические исследования, В. И. использует не старые, застывшие формы работы, а ищет новые пути и разрабатывает новые методики исследования. В. И. всегда идет вперед, привлекает молодежь и периферийных работников к разработке теоретических и прикладных вопросов на конференциях, международных конгрессах, все шире охватывая круг явлений и глубже разрабатывая теорию, столь необходимую для более эффективного использования внутренних континентальных водоемов. Его идеи, теоретические соображения, теории всегда сейчас же находили отражение в тех курсах лекций, которые он читал в Горьковском и Ленинградском университетах, на семинарах отдела и лаборатории ЗИН АН СССР, способствовали подготовке более квалифицированных кадров молодежи.

Вся научно-исследовательская, организационная и общественная деятельность В. И. ярко отражает быстрое развитие гидробиологии внутренних вод в Советском Союзе, ее последовательный переход на все более и более высокий уровень вплоть до занятия передовых позиций в мировой лимнологии. Ведущая и организующая роль В. И. в этом процессе очень велика и высоко оценена нашей Родиной правительственными наградами и почетным званием заслуженного деятеля науки. Международная ассоциация лимнологов избрала В. И. вице-президентом и присудила ему медаль им. Наумана.

Все гидробиологи поздравляют Владимира Ивановича с громадными успехами, с которыми он приходит к своей юбилейной дате, и желают ему так же уверенно и плодотворно работать в последующие годы.

*Ев. Гурьянова.*

## НЕВА — ИСТОЧНИК ВОДОСНАБЖЕНИЯ

*(Вместо предисловия)*

Водоснабжение городов, промышленности и сельского хозяйства с каждым годом становится все большей проблемой. Ленинград в этом отношении не представляет исключения. Мощная р. Нева, несущая транзитом чистые воды громадного Ладожского озера, казалось бы, в состоянии обеспечить чистой водой как более чем трехмиллионное население города, так и многочисленные фабрики и заводы, расположенные в Ленинграде и его окрестностях, а равно снабдить водой пригородные совхозы и колхозы. Однако качество воды в водопроводах на Неве из года в год ухудшается. Первые сигналы тревоги были подняты еще Петербургской городской думой, которая более 60 лет тому назад организовала обстоятельные химические и биологические исследования Невы как источника водоснабжения города.[1] Затем такого рода работы в Советское время проводились санитарно-гигиеническими учреждениями Ленинграда и биологическими институтами Академии наук СССР и Ленинградского университета. Рыбохозяйственные вопросы были предметом пристального внимания Государственного института озерного и речного рыбного хозяйства (ГосНИОРХ). Невская губа в разрезе биологическом и санитарном изучалась Государственным гидрологическим институтом и Ленинградским инженерно-строительным институтом.

Все исследователи Невы приходили к одному основному выводу, который можно сформулировать следующим образом. Нева несет из Ладожского озера чистую воду, но под влиянием стоков промышленного и хозяйственно-бытового характера, поступающих прямо в реку или через притоки, невская вода портится, и потребление ее допустимо лишь после тщательной очистки. Поэтому заключения целого ряда авторов указывают на желательность выноса водозаборных устройств не только за пределы Ленинграда, но даже в Ладожское озеро.

Гидробиологическое и гидрохимическое изучение р. Невы, проведенное лабораторией пресноводной и экспериментальной гидробиологии Зоологического института Академии наук СССР в 1962—1964 гг., преследовало цель установить направление процессов загрязнения Невы и ее притоков и роль в них естественного биологического самоочищения. Важно было, сопоставляя данные исследования различных лет, выяснить, как изменяются границы и интенсивность загрязнения Невы. Особое внимание было уделено ее притоку Славянке.

Громадный расход воды в р. Неве и большие скорости течения, способствуя интенсивному разбавлению поступающих загрязнений, создают

[1] Ссылки на литературные источники смотри ниже в статьях Н. Г. Озерецковской, А. Г. Родиной, А. Г. Гусева, А. Ф. Алимова и др., напечатанных в этом сборнике.



впечатление малой загрязненности реки. Однако тщательное изучение прибрежной полосы и биологический анализ донных отложений Невы и Невской губы свидетельствуют о прогрессирующем загрязнении реки и продвижении загрязнения в сторону Финского залива. Об увеличении загрязнения Невы говорит и появление на некоторых водопроводных станциях Ленинграда в зимнее время грибовидных обрастаний, забивающих очистные сооружения, затрудняющих очистку воды и ухудшающих ее вкусовые качества.

Чрезвычайно рельефно вырисовывается загрязнение р. Славянки, которая после городов Павловска и Пушкина порою превращается в сточную канаву.

Картина загрязнения Невы и ее притоков в 1956—1958 гг. дается в работе сотрудников ГосНИОРХ А. Г. Гусева, М. В. Мосевич, З. П. Подоба и Л. А. Лесникова. Более позднее состояние Невы (1962—1964 гг.) обрисовано в исследованиях сотрудников Зоологического института АН СССР Н. Г. Озерецковской, Н. Ф. Смирновой, А. Г. Родиной, Н. К. Кузьмицкой, Л. А. Кутиковой, М. Б. Ивановой, А. Ф. Алимова, Н. П. Финогеновой, В. Я. Панкратовой. Гидробиолог лаборатории Ленинградского водопровода Е. Е. Раскина выполнила важную работу по изучению обрастаний и фитопланктона в Неве и ее притоках. Научный сотрудник лаборатории пресноводной и экспериментальной гидробиологии Зоологического института АН СССР Т. В. Жарова изучила биологию нитчатых бактерий, входящих в слизистые обрастания водопроводных сооружений. Наконец, сотрудник ГосНИОРХ А. Г. Гусев в специальной статье показал тот ущерб, который наносит загрязнение Невы рыбам и рыбному промыслу.

Опубликование результатов всестороннего комплексного исследования Невы и ее притоков позволяет использовать их в дальнейшем как своего рода эталон, с которым можно будет сравнивать результаты дальнейших анализов, которые производятся или будут производиться различными санитарно-гигиеническими, техническими, проектными и прочими организациями.

Однако опубликование неприглядной картины загрязнения имело в виду не только привлечь внимание соответствующих организаций к вопиющему нарушению закона об охране природы (что в Ленинграде энергично проводится прессой, Обществом охраны природы и Северо-западной бассейновой инспекцией по использованию и охране водных ресурсов) и заставить нарушителей построить и пустить в ход очистные сооружения, но и поставить на обсуждение вопрос о рациональном использовании загрязняющих реки веществ и стоков, в первую очередь для удобрения совхозных и колхозных полей и подкорма сельскохозяйственных животных.

Для этой цели Зоологический институт Академии наук СССР созывал специальное совещание, на котором с докладами выступили В. И. Жадин (общие принципы решения вопроса), Е. Е. Раскина (биологические помехи в работе Ленинградского водопровода), Т. Г. Коколия и Л. И. Цветкова (загрязнение Невской губы сточными водами Ленинграда), Б. Г. Ходасевич (использование сточных вод Ленинграда для нужд пригородного сельского хозяйства), Г. Г. Шигорин (организация канализации и водоснабжения Ленинграда). В прениях по докладу выступали представители различных учреждений — Ленинградского инженерно-строительного института, Ленинградского водопровода и др.

Здесь будут коротко освещены следующие стороны обсуждавшихся на совещании вопросов: 1) состав сточных вод Ленинграда, 2) возможное использование сточных вод в пригородном сельском хозяйстве, 3) возможное использование твердых органических отходов для животноводства.

1. Состав сточных вод Ленинграда. По подсчетам Главной насосной станции,[2] в р. Неву и ее протоки впадает 1514 выпусков хозяйственно-фекальных и промышленных стоков. Ежегодно эти стоки дают 616.5 млн м³ сточных вод, они несут взвешенные загрязнения, составляющие твердую фазу сточных вод. Сооружениями механической очистки может быть практически задержано 60% этих загрязнений, что составляет 77 тыс. т сухого вещества, из которых 47 тыс. т представляют собой органические вещества и 30 тыс. т — минеральные. Задержанные вещества после прохождения соответствующих процессов минерализации на очистных сооружениях дадут в осадке 1937 т азота и 1300 т фосфора. Помимо азота и фосфора, в осадке ленинградских отходов содержится 1030 т кальция, до 500 т калия и 1300 т углерода. Кроме взвешенных загрязнений, сточные воды в их жидкой фазе после прохождения механической очистки содержат также большое количество удобрительных веществ. Если суммировать взвешенные и растворенные вещества стоков, то получаем пропадающих удобрений — 4205 т азота, 1665 т фосфора и значительное количество кальция и калия.

2. Возможное использование сточных вод в пригородном сельском хозяйстве. По соображениям Б. Г. Ходасевича, сточные воды Ленинграда должны быть использованы на полях орошения для выращивания овощей, картофеля и трав. Однако необходимы предварительные научно-исследовательские и опытные работы на экспериментальных полях орошения, которые можно соорудить в Пушкине.

В отношении использования для удобрений полей взвешенных загрязнений Г. Г. Шигорин сообщил материалы проектируемой ленинградской канализации. Одним из вариантов проекта предусматривается перекачка ила по трубопроводу и илопроводу через Невскую губу в совхоз «Шушары». Предполагается изготовление удобрительных брикетов или удобрительной муки из иловых скоплений в отстойниках. Осадок будет обезвоживаться и термически подсушиваться в барабанах, чтобы получить сухой порошок с влажностью 20%, удобный для транспортирования.

3. Возможное использование твердых органических отходов для животноводства. Твердые вещества канализационных осадков можно использовать не только для удобрения полей, но и в виде белковой и витаминной добавки к корму сельскохозяйственных животных (свиней и птицы), используя при этом большой опыт лейпцигских (ГДР) ученых и практиков.

При биологической очистке в так называемом активном иле заключенные в нем дрожжи, грибы и другие микроорганизмы продуцируют белок, витамины и прочее. Синтез белка и витаминов группы В достигает таких размеров, что использование их в сельском хозяйстве для подкорма животных очень перспективно. Особо большое внимание привлекает синтезируемый в активном илу витамин $B_{12}$.

Технически организовать производство витаминной и белковой добавки к корму сельскохозяйственных животных нетрудно, и для этого не надо ждать осуществления всего проекта канализации.

В настоящее время многочисленные организации заняты разработкой и осуществлением многочисленных вопросов использования и охраны водных источников от загрязнения. Надо надеяться, наш сборник даст им немаловажные материалы по такому замечательному источнику водоснабжения, как р. Нева.

*Редакция.*

[2] См. статью Т. Г. Коколия и Л. И. Цветковой «Загрязнение Невской губы в связи с использованием канализационных стоков» в сборнике Всесоюзного гидробиологического общества «Природа биологических помех в водоснабжении», М., 1963.

# САНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ РЕКИ НЕВЫ И НЕВСКОЙ ГУБЫ В 1956—1958 гг.

*А. Г. Гусев, М. В. Мосевич, З. П. Подоба, Л. А. Лесников*

(Государственный научно-исследовательский институт озерного и речного рыбного хозяйства)

Река Нева вытекает из Шлиссельбургской губы Ладожского озера и впадает в Финский залив Балтийского моря. Протяженность ее всего 74 км, но, несмотря на это, она имеет большую водосборную площадь, равную 282 300 км², вытянутую с севера на юг.

Площадь водосбора до истока из Ладожского озера составляет 98%, и только 2% (6000 км³) падает на площадь водосбора от истока реки до ее устья (Нежиховский, 1955). Следовательно, основным источником питания р. Невы является Ладожское озеро.

Большая протяженность бассейна с многочисленными озерами, сравнительно низкие летние температуры, влажность климата и постепенность стока воды из озер оказывают сильное влияние на формирование режима р. Невы.

Неодновременность таяния снега на севере и юге бассейна делает сток талых вод постепенным и растянутым. Дождевые воды задерживаются в озерах, чем устраняется бурный их сток, а низкая температура и высокая влажность климата уменьшают испарение, в результате чего около 50% летних осадков служит источником питания водоемов бассейна р. Невы.

Все это ведет к тому, что р. Нева имеет равномерное питание в течение всего года и не имеет весеннего половодья и дождевых паводков, характерных для большинства рек СССР. Благодаря этому не имеет она и поймы. Наибольший наблюдаемый расход воды в р. Неве обычно превышает наименьший всего в 6—7 раз, а не в десятки и сотни раз, как это наблюдается на других реках. За последнее столетие (с 1859 г.) наименьшие расходы Невы колебались от 687 (1 II 1940) до 2740 м³/сек. (13 I 1904), а наибольшие — от 2050 (5 VI 1940) до 4510 м³/сек. (15 VI 1924). Средний расход Невы равен 2540 м³/сек.,[1] средний наибольший расход — 3340 м³/сек. и средний наименьший — 1620 м³/сек. (Нежиховский, 1955).

По количеству проносимой воды в течение года (80 км³) р. Нева занимает пятое место среди рек европейской части СССР и шестое место среди рек Европы. Две трети воды проходит в Неве в открытый период и $^1/_3$ во время осеннего и весеннего ледохода и зимой.

[1] По данным, приведенным в работе В. Н. Гуськовой (1958), средний расход р. Невы равен 2850 м³/сек.

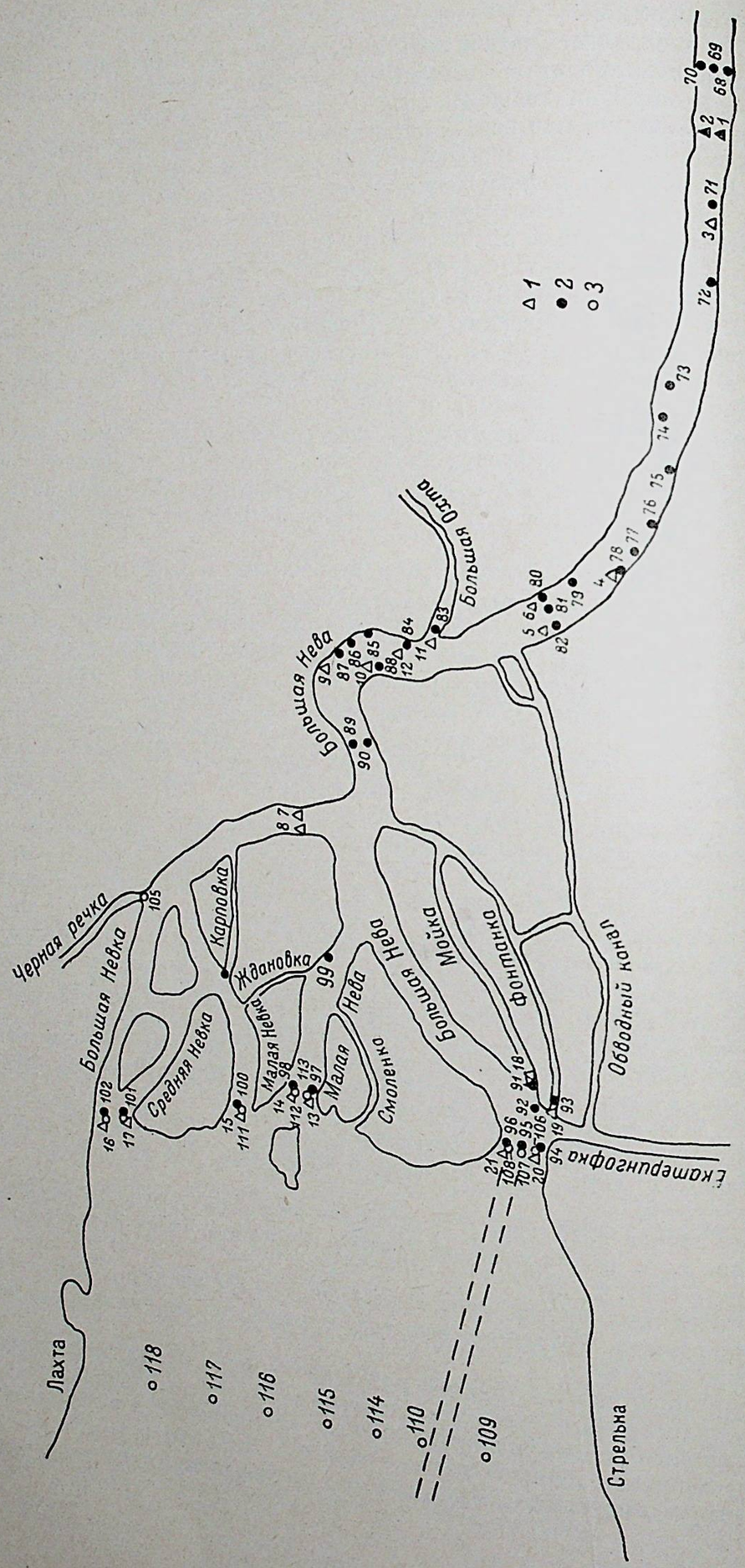



Рис. 1. Схема расположения станций на р. Неве в районе Ленинграда и Невской губы.
*1* — станции в 1956 г.; *2* — станции в 1957 г.; *3* — станции в 1958 г. *Прерывистая линия* — Морской канал.

тальный метод, разработанный в нашей лаборатории Л. А. Лесниковым, — по влиянию воды водоема на *Daphnia magna*. Для этого на тех станциях и горизонтах, где велись гидробиологические исследования, производился отбор в широкогорлые плоские бутылки по 100 мл воды. После выравнивания температуры воды в отобранной пробе с температурой воды в маточной культуре дафний (обычно 16—18°) в пробы помещалось по 5 взрослых




Рис. 2. Схема расположения станций на р. Неве от ее истока до г. Ленинграда.

партеногенетических самок дафний. Затем в течение 6 суток проводились ежедневные наблюдения за их состоянием. Кормление дафний не производилось, и они питались теми водорослями и бактериями, которые попали с пробой воды или развились в ней в течение опыта. В условиях полного голода дафнии должны погибать приблизительно на 4-е сутки (Smith, 1963). Более длительное выживание говорит о том, что какая-то пища в пробе была. В случае гибели дафний от воздействия загрязненной воды обращается внимание на симптомы гибели, по которым можно судить о ее причине.

Настоящие исследования выполнены научными сотрудниками лаборатории ГосНИОРХ по изучению загрязнения водоемов А. Г. Гусевым (руководитель), М. В. Мосевич, З. П. Подоба и Л. А. Лесниковым. В организации работ и сборе материалов по характеристике сточных вод принимала участие также инспектор Главсевзапрыбвода М. В. Тихомирова.

## 1. Качественная и количественная характеристика сточных вод, поступающих в р. Неву, ее притоки и рукава

В р. Неву и ее притоки и рукава сбрасывается большое количество промышленных и хозяйственно-бытовых сточных вод, как в черте г. Ленинграда, так и за его пределами. Точных данных о количестве сбрасываемых сточных вод не имеется, недостаточно изучена и их качественная характеристика.

Первые загрязнения со сточными водами начинают поступать в Неву уже в районе ее истока из Ладожского озера. Здесь в реку сбрасывается около 2000 м³/сут. хозяйственно-фекальных и производственных сточных вод от пос. Морозово, г. Петрокрепости, от Невского судоремонтного завода и др. В районе пос. Невдубстрой и 8-й ГЭС в Неву поступают хозяйственно-бытовые сточные воды и промстоки от электростанции.

Ниже устья р. Мги в Неву сбрасывается около 200 м³/сут. неочищенных сточных вод от Павловского завода силикатного кирпича и от пос. Павлово. Ниже пос. Отрадное поступают стоки (до 200 м³/сут.) от 4-го механического завода и неочищенные сточные воды мачтопропиточного завода, содержащие в своем составе сланцевое масло.

Около пос. Понтонного сбрасываются хозяйственно-фекальные и производственные сточные воды, в составе которых имеются нефтепродукты и другие загрязнители, хотя эти стоки и подвергаются некоторой очистке.

В районе Усть-Ижоры в Неву поступает около 2000 м³/сут. неочищенных фекально-хозяйственных и производственных сточных вод 5-го фанерного завода и его поселка, загрязненных в основном отходами клеевой массы, фенолом, формальдегидом и гуминовыми веществами.

Большое количество загрязнений поступает в р. Неву из ее притока р. Ижоры. В последнюю сбрасываются хозяйственно-бытовые сточные воды г. Гатчины, сточные воды от бумажной фабрики «Коммунар» (с. Антропшино), фекально-хозяйственные стоки от г. Колпино, производственные и хозбытовые сточные воды от Ижорского завода, в составе которых имеются нефтепродукты (до 200 мг/л) и большое количество взвешенных веществ (до 3000 мг/л), хозяйственно-фекальные и производственные стоки кирпичных заводов и их поселков, расположенных между г. Колпино и р. Невой. Всего в р. Ижору сбрасывается более 30 тыс. м³/сут. неочищенных и недоочищенных бытовых и производственных сточных вод.

Значительное количество загрязнений поступает в Неву также и с водой другого ее притока р. Славянки. В эту реку сбрасывается несколько десятков тысяч кубических метров в сутки фекально-хозяйственных и производственных сточных вод от г. Пушкина, от г. Павловска, от поселка завода и от других предприятий.

По учтенным данным Главсевзапрыбвода, в верхний участок р. Невы с ее притоками сбрасывается около 200—250 тыс. м³/сут. сточных вод, несущих в своем составе нефтепродукты, фенолы, сланцевые и смазочные масла и различные взвешенные и растворенные минеральные и органические вещества.

В районе г. Ленинграда в р. Неву, в ее каналы, притоки и протоки сбрасывается около 3 млн м³/сут. неочищенных и недоочищенных промышленных и бытовых сточных вод от города и предприятий гидролизной, бумажной, химической, металлургической, резиновой, газовой и других различных видов промышленности. С этими стоками в р. Неву поступает громадное количество различных загрязнений и особенно много нефтепродуктов.

Все эти загрязнители, поступая в р. Неву и во внутригородские водоемы г. Ленинграда, оказывают значительное влияние на их режим. Степень этого влияния на разных водоемах, конечно, неодинакова, так как она находится в зависимости от количества поступающих загрязнителей, от мощности водоема, условий сброса и других факторов. В частности, в рукавах р. Невы это зависит от распределения ее стока по ним.

Результаты наших исследований показывают, что по санитарному состоянию р. Неву можно разбить на три участка: 1) верхний — от истока до города, 2) участок реки с ее рукавами и притоками в черте города, 3) устьевые участки дельты и Невская губа.

## 2. Влияние сточных вод на верхний участок р. Невы

Гидрохимический режим р. Невы и ее притоков неоднократно изучался санитарными организациями и лабораториями водопроводных станций, но, к сожалению, за последние 25 лет данные этих исследований не опубли-



ковывались в печати. Только после окончания наших исследований был выпущен сборник работ Института радиационной гигиены — «Гигиеническая характеристика и состав воды внутренних рек и каналов Ленинграда» (Гуськова, 1958). Эта книга частично восполнила существовавший пробел по данному вопросу. Дополнением к этим материалам являются и изложенные ниже материалы наших исследований.

Гидрохимический режим верхнего участка реки до пос. Рыбацкого близок к таковому Ладожского озера (табл. 1). При выходе из него в истоке Невы вода имеет хорошие вкусовые качества, желтый цвет, прозрачность 2—3 м (по белому диску), почти нейтральную реакцию, pH=7.0—7.2, газовый режим вполне удовлетворительный, насыщение воды кислородом колеблется в пределах 95—100% (в отдельные дни и выше). Сухой остаток невской воды не превышает 62 мг/л, причем органическая (летучая) его часть составляет 32—36 мг/л. Минерализация обусловлена в основном наличием гидрокарбонатов, почему невская вода относится к гидрокарбонатному классу и является мягкой водой (жесткость 1.6—1.7 немецких градусов). Растворенные в невской воде органические вещества в основном почвенного происхождения и на 85—95% состоят из перегнойных кислот (Нежиховский, 1955), окрашенных в желтый цвет, который они и придают невской воде. Невысокое БПК₅ воды (0.25—1.5 мг $O_2$/л) указывает на устойчивость этих органических веществ и на отсутствие загрязнения на данном участке реки. Окисляемость воды здесь средняя: 8—9 мгО/л (табл. 1 и приложение 1).

Микрофлора также близка к ладожской. Общее количество микроорганизмов в 1 мл воды было около 1 млн клеток, количество сапрофитных на МПА в поверхностном горизонте 0.39, в придонном — 1.220 (табл. 2).

Планктон этого участка реки богат и представлен в основном олиго-

ТАБЛИЦА 1

Результаты анализа воды р. Невы и ее притоков (по данным ВНИОРХ за 1956—1957 гг.)

| Место взятия пробы | Цвет | Прозрачность по белому диску, в м | pH | Свободная углекислота, в мг/л $CO_2$ | Кислород, в % насыщения | БПК₅ в мг $O_2$/л | Окисляемость, в мг О/л | Сероводород, аммиак, в мг/л $NH_4$ | Нитриты, в мг/л $NO_2$ | Гидрокарбонаты, в мг/л $HCO_3$ | Хлориды, в мг/л Cl | Сухой остаток, в мг/л | Нефтепродукты, в мг/л |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| р. Нева (исток), около Петрокрепости | Желтоватый | 2—3 | 7—7.2 | 1.1 | 93—95—100 | 0.25—1.5 | 8—9 | 0.07—0.25 | Нет | 35—36 | 5.8—6.3 | 59—62 | Нет |
| р. Тосна . . . | Бурый | 0.55 | 6.8 | 5.5 | 79—80 | 1.8—2.0 | 38—38.8 | 4.5—5.0 | » | 35—38 | 5.8—6.3 | 120—129 | » |
| р. Ижора . . | Грязно-желтый | 0.6 | 7.8 | 6.6 | 81 | 2.9—3.1 | 16.3—17.8 | 2.0 | 0.1—0.15 | 256 | 9.8 | 280—295 | 0.5 |
| | То же | 1.0 | 7.5 | 1.37 | 49.6 | 2.2 | 11.6 | 10.0 | 0.2 | 213 | 30.8 | 334 | Нет |
| р. Славянка | Бурый | 0.25 | 6.5 | 12—13.7 | 57—62 | 3.4—4.5 и выше | 17.8 | 5.0—10 | 0.1 | 38 | 22—39 | 238—245 | 0.4 |

ТАБЛИЦА 2

Количество микроорганизмов в р. Неве и в устьях ее основных притоков от истока до г. Ленинграда

| Место взятия пробы | В воде, в тыс./мл | | | В грунте, в тыс./г | |
|---|---|---|---|---|---|
| | общее количество | сапрофитные на МПА | нефтеокисляющие | сапрофитные на МПА | нефтеокисляющие |
| р. Нева, выше Петрокрепости, фарватер | 1079.6 | 0.39 / 1.220 | 1.0 | — | — |
| р. Нева, ниже Петрокрепости | 1793.6 | 0.20 / 1.8 | 0.1 / 10.0 | 37.5 | 125.0 |
| р. Нева, в р-не Н. Дубровки: | | | | | |
| правый берег | — | 0.52 | 1.0 | 86.6 | 1.6 |
| левый берег | 1131.8 | 0.06 | 0.1 | 37.5 | 125.0 |
| р. Тосна, в устье | — | 4.8 | 1.0 | 50.0 | 1250.0 |
| р. Нева, ниже р. Тосны | 713.9 | 0.08 | 0.1 | — | — |
| р. Ижора, в устье | — | 14.0 / 2.5 | 10.0 / 1.0 | 8600.0 | 200.0 |
| р. Нева, ниже р. Ижоры | — | 0.31 | 0.1 | — | — |
| р. Славянка, в устье | — | 5.9 | 10.0 | 7240.0 | 2000.0 |
| р. Нева, ниже р. Славянки | — | 0.24 | 0.1 | — | — |
| р. Нева, выше г. Ленинграда, против с. Рыбацкого: | | | | | |
| правый берег | 435.3 | 0.39 | 1.0 | — | — |
| середина | 1001.2 | 0.5 | 0.1 | — | — |
| левый берег | 504.9 | 3.2 | 1.0 | 475.0 | 166.6 |

Примечание. Здесь и далее — в числителе указано количество микроорганизмов в поверхностном горизонте водоема; в знаменателе — в придонном. Одна цифра дается в случае определения числа бактерий только в поверхностном горизонте.

сапробными формами и формами, встречающимися и в олигосапробной и в β-мезосапробной зонах. Из олигосапробов в фитопланктоне встречены *Pediastrum duplex*, *Asterionella* и *Tabellaria fenestrata*, из β-мезосапробов: *Pediastrum boryanum*, *Scenedesmus quadricauda* и *Anabaena spiroides*. Из форм, относящихся как к олигосапробной, так и к β-мезосапробной зонам, встречены *Aphanizomenon flos-aquae*, *Fragilaria crotonensis*. К этой же группе можно отнести условно и диатомей рода *Melosira*, если не вдаваться в характеристику отдельных видов, могущих встретиться в Неве. Преобладали на данном участке *Asterionella* и *Melosira* (1–2 тыс. колоний/л).

Зоопланктон истока р. Невы характерен для прибрежных районов Ладожского озера и состоял в момент исследования из *Diaptomus*, *Heterocope appendiculata*, *Bosmina coregoni* (О), *Notholca acuminata* (β-м), *Notholca longispina* (О), *Filinia longiseta* (β-м), *Euchlanis dilatata* (О). Собственно, гетерокопе и эвритемору также можно рассматривать как представителей если не олигосапробной, то олигосапробно-β-мезосапробной зоны.

Бентос на данном участке взять не удалось из-за каменистого грунта и быстрого течения.

В воде с данного участка дафнии выживали 6 суток, но бледнели и показывали все симптомы голодания, что и естественно для олигосапробных условий.

Ниже г. Петрокрепости, ниже сброса сточных вод его предприятий, гидрохимический режим почти не изменяется, отмечено только незначительное уменьшение содержания кислорода в поверхностном горизонте воды. Имеет место также некоторое снижение численности олигосапробных организмов в планктоне. Так, численность диаптомусов была



100 экз./м³, босмин 25 экз./м³, против 1200 экз./м³ и 40 экз./м³ в истоке Невы. Причем ниже г. Петрокрепости половина экземпляров босмины была с явными признаками разрушения. Так же в 3—4 раза снижается численность *Notholca acuminata*, *N. longispina* и *Euchlanis dilatata*. Последний ниже Дубровки полностью исчезает. Ниже г. Петрокрепости встречена *Polyarthra trigla* (50 экз./м³). Указанные изменения могут, конечно, быть результатом трансформации состава озерного планктона в условиях реки, но скорее всего свидетельствуют о некотором органическом загрязнении реки в районе г. Петрокрепости.

В бентосе ниже г. Петрокрепости на плотном песке с камнями была обнаружена довольно богатая фауна из мелких олигохет (480 экз./м² весом 25.6 мг), нематод (184 экз./м² весом 0.4 мг), гидр (80 экз./м² весом 0.8 мг), крупных *Hydropsyche* (76 экз./м² весом 9.4 г) и одна, очень мелкая, личинка *Crycotopus* sp.

Опыты по содержанию *Daphnia magna* в воде со станций данного участка показывают только симптомы голодания (дафнии бледнеют, наполнение кишечника уменьшается, прекращается размножение, наблюдается исчезновение капель жира), но большинство помещенных в опыт дафний выживает в течение 6 дней, т. е. до конца опыта.

Общая численность микроорганизмов на данном участке реки увеличивается до 1.8 млн клеток, сапрофитов на МПА до 1.8 тыс. клеток и нефтеокисляющих бактерий до 100 тыс. клеток в 1 мл воды.

Вниз по реке от г. Петрокрепости влияние загрязнителей постепенно ликвидируется, и на створе около пос. Дубровка и 8-й ГЭС гидрохимический режим реки уже такой, как и в истоке. Восстанавливается здесь и характер зоопланктона, но численность олигосапробов понижена (босмин 5 экз./м³, диаптомусов — 50—70 экз./м³).

Общее количество микроорганизмов падает до 1.1 млн клеток, снижается и количество сапрофитных микроорганизмов на МПА до 0.06—0.5 тыс. и нефтеокисляющих до 0.1—1.0 тыс. клеток в 1 мл воды, что указывает также на уменьшение загрязнения реки.

Притоки Невы — рр. Тосна, Ижора, Славянка — несут в нее сильно загрязненные органическими веществами воды.

Как видно из данных табл. 1, вода этих рек имеет бурый или грязно-желтый цвет. Прозрачность 0.5—1.0 м, окисляемость до 38 мг О/л, $БПК_5$ до 3.1 мг$O_2$/л. В ее составе количество аммиака достигает 2 и даже 10 мг/л, а содержание кислорода в рр. Тосне и Ижоре не превышает 80% насыщения, а в р. Славянке даже 40%. В составе этих вод имеются нитриты и большое количество хлоридов (до 30 мг/л). Наличие нитритов и аммиака указывает на свежее сильное загрязнение. Эти воды несут в своем составе большое количество взвешенных веществ и имеют более высокий сухой остаток по сравнению с невской водой.

Количество сапрофитов на МПА в воде этих рек достигает 5—8 и даже 14 тыс. в 1 мл воды, а в грунтах до 7.2—8.6 млн в 1 г грунта. Сильно загрязнены они и нефтепродуктами. Количество последних в воде р. Ижоры было равно 0.05 мг/л, в воде рр. Тосны и Славянки они отсутствовали. В грунтах этих рек содержание нефтепродуктов на 100 г грунта колебалось от 40 до 313 мг. Нефтеокисляющие бактерии присутствовали в воде всех рек от 1000 до 10000 клеток в 1 мл, а в грунтах от 1.2 до 2.0 млн клеток в 1 г грунта.

В фитопланктоне устьевых частей притоков преобладают *Coelosphaerium*, *Microcystis*, *Aphanizomenon*, *Asterionella*, *Melosira*, *Tabellaria fenestrata*, *Fragilaria crotonensis* et sp. sp., но в р. Тосне добавляется *Closterium*, а в р. Ижоре — нитчатые водоросли *Spirogyra*, *Zignema*. В зоопланктоне рр. Тосны и Ижоры встречены циклопы и их науплии. В р. Тосне, кроме того, *Diaptomus*, *Heterocope* (по 5 экз./м³), из кладоцер

*Rhynchotalona rostrata* (5 экз./м³) и *Chydorus sphaericus* (50 экз./м³), а из коловраток — *Notholca acuminata* (480 экз./м³) и *N. longispina* (530 экз./м³). В р. Ижоре, кроме босмин (170 экз./м³), встречены *Graptoleberis testudinaria* (100 экз./м³) и *Ceriodaphnia* sp. (10 экз./м³), а из коловраток — *Notholca longispina* (50 экз./м³). Особое место занимает по своему составу планктон в устье р. Славянки. Здесь встречены циклопы (50 экз./м³), их науплии, которых заметно меньше, нежели в устьях других упомянутых рек (всего 10 экз./м³, против 50 в устье Ижоры), а также 20 экз./м³ диаптомусов и 30 экз./м³ *Chydorus sphaericus*. Кроме того, в планктонную сетку попала масса нематод (800 экз./м³), которые собственно и составляли основной фон в пробах зоопланктона.

Бентос всех трех рек складывается в основном из представителей комплекса, который Хаукс (Hawkes, 1957) считает характерным для загрязненных органикой участков речного дна. Это олигохеты, нематоды и *Sphaerium corneum*. Сильно заиленный грунт (темно-серый ил с песком) встречен только в устье р. Ижоры, а в р. Тосне и р. Славянке представлен несильно заиленным крупным песком. Однако практически, кроме указанного комплекса, иных видов в бентосе немного (табл. 3).

ТАБЛИЦА 3

Бентос притоков р. Невы (середина устья реки) по данным съемки в октябре 1957 г.

| Организмы | Тосна | | Ижора | | Славянка | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | экз./м² | мг/м² | экз./м² | мг/м² | экз./м² | мг/м² |
| *Nematoda* | 120 | 0.4 | 800 | 300.0 | 13440 | 128.0 |
| *Oligochaeta* | 9960 | 384.0 | 62080 | 9920.0 | 112320 | 46400.0 |
| *Pisidium* sp. | — | — | 40 | 4000.0 | — | — |
| *Sphaerium corneum* | 80 | 1240.0 | 320 | 23320.0 | — | — |
| *Harpacticidae* | 80 | 0.4 | — | — | — | — |
| *Ablabesmyia* ex gr. *lentiginosa* | 80 | 680.0 | — | — | — | — |
| *Chironomidae* g. sp. | — | — | — | — | 320 | 8740.0 |

Дафнии, помещенные в воду из устий этих рек, выжили до конца опыта, причем к концу опыта их цвет был розовый, что говорит о большем, чем в Неве, содержании органики, особенно в воде из р. Славянки, где дафнии стали к концу опыта интенсивно розовыми. Однако капель жира, свидетельствующих об улучшении условий питания, у дафний не появилось.

Вливаясь в р. Неву, воды данных ее притоков влияют на ее режим не в одинаковой степени (см. приложение 1). Так, ниже р. Тосны в 0.5 км химический и биологический анализ воды и грунта р. Невы не показывает отрицательного непосредственного влияния на ее режим воды р. Тосны.

На таком же расстоянии ниже р. Ижоры отмечено незначительное уменьшение содержания кислорода в невской воде и небольшое увеличение ее жесткости. Отрицательного влияния на фитопланктон и микрофлору не отмечено, зоопланктон был малочисленнее, чем в истоке р. Невы.

В большой степени на р. Неву сказывается влияние грязной воды р. Славянки. В 0.5 км ниже ее устья отмечено увеличение содержания в невской воде кальция и повышение ее минерализации и окисляемости, а также количественное уменьшение зоопланктона, выпадение из его состава представителей олигосапробной зоны. Интересно, что *Notholca longispina* представлена здесь только полуразрушенными особями. Имеет место увеличение здесь и числа нефтеокисляющих бактерий в воде до 100—1000 клеток в 1 мл.



Изложенный материал показывает, что влияние загрязненных вод притоков р. Невы сказывается на ее режиме в открытый период в очень слабой степени и только в районе их впадения.

Если сопоставить данные наших гидрохимических, микробиологических и гидробиологических исследований, проведенных в 1956 и 1957 гг. в районе пос. Рыбацкого, с таковыми в истоке реки, то существенной разницы не отмечается. Количественное содержание кислорода, показатели окисляемости, $БПК_5$ и общего количества микроорганизмов в воде колеблются примерно в тех же пределах, что в истоке реки из Ладожского озера. Количественный и качественный состав фитопланктона и зоопланктона также не показывает резкого различия (табл. 4).

ТАБЛИЦА 4

Состав зоопланктона в р. Неве на створе у пос. Рыбацкого в октябре 1957 г. (экз./м³)

| Организмы | У левого берега | На середине реки | У правого берега |
|---|---|---|---|
| *Nauplii* | 800 | 1000 | — |
| *Cyclops* sp. sp. | 10 | 10 | 20 |
| *Diaptomus* sp. sp. | 10 | — | 20 |
| *Notholca acuminata* | 5300 | 5000 | 2000 |
| *N. longispina* | 1500 | 500 | — |
| *Polyarthra trigla* | 800 | — | — |
| *Keratella cochlearis* | 3000 | 500 | 2000 |
| *Dinocharis tetractis* | — | 500 | — |
| *Synchaeta* sp. sp. | 800 | — | — |
| *Heliozoa* | 800 | 900 | — |

Не отмечено заметного различия и в бентосе; только у левого берега около пос. Рыбацкого, где грунт представлен заиленным песком, и встречены заросли, в частности, рдестов, обнаружена более богатая и разнообразная фауна, чем в истоке реки: *Nematoda* (6163 экз./м², 11.45 мг/м²), *Turbellaria* (120 экз./м², 148 мг/м²), *Oligochaeta* (46 224 экз./м², 157 982 мг/м²), *Hirudinea* (680 экз./м², 12 700 мг/м²), мелкие двустворчатые моллюски (1800 экз./м², 500 880 мг/м²), *Planorbis* sp. (120 экз./м², 144.8 мг/м²), *Ostracoda* (385 экз./м², 4.0 мг/м²), *Harpacticidae* (770 экз./м², 4 мг/м²), *Asellus aquaticus* (120 экз./м², 480 мг/м²), *Haliplidae* (larvae) (40 экз./м², 76.8 мг/м²), *Simuliidae* (pupae) (160 экз./м², 730 мг/м²), *Lype* (larvae) (160 экз./м², 262.8 мг/м²), *Pentapedilum exectum* (2360 экз./м², 1060 мг/м²), *Limnochironomus* sp. (120 экз./м², 17.6 мг/м²), *Polypedilum breviantennatum* (40 экз./м², 12.4 мг/м²), *Chironomus* f. l. *thummi* (40 экз./м², 22.4 мг/м²), *Brillia pallida* (80 экз./м², 63.8 мг/м²), *Procladius* (160 экз./м², 22 мг/м²), *Heleidae* (120 экз./м², 46 мг/м²), *Lampetra*, larvae (40 экз./м², 208.8 мг/м²) и *Macrothrix* sp. (385 экз./м², 4.0 мг/м²). Это связано с заилением участка.

Дафнии в опытах с водой, взятой на данном створе, вели себя почти так же, как в пробах воды, взятых в истоке Невы.

Однако наличие в воде и грунте реки на всем ее протяжении до Ленинграда несколько более высокого количества сапрофитов на МПА по сравнению с истоком указывает на общее небольшое загрязнение реки органическими веществами (табл. 2).

Таким образом, верхний участок р. Невы до г. Ленинграда (до завода «Большевик») имеет незначительное органическое загрязнение, которое не оказывает существенного влияния на общий режим реки.

ТАБЛИЦА 6

Данные анализа воды и грунта р. Невы ниже сброса в нее сточных вод левобережных предприятий г. Ленинграда

| Место взятия пробы | Прозрачность, в м | Цвет воды | Нефтепродукты, в мг | | Наличие на поверхности воды пленки | % насыщения воды кислородом | Окисляемость, в мгО/л | БПК$_5$, в мгО$_2$/л |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | в 1 мл воды | в 100 г грунта | | | | |
| 2—3 | | | | | | | | |
| Исток р. Невы из Ладожского озера | 0.75 | Желтоватый | — | — | — | 94—100 | 8—9 | 0.96 |
| Нева: | | | | | | | | |
| ниже з-да «Большевик» | 0.6 | Желтовато-грязный | 0.2 | — | + | 92 | 10.3 | 2.6—4.8 |
| выше ф-ки им. Володарского | 1.6 | То же | — | — | + | 90—92 | 10.6 | 2.45 |
| ниже ф-ки им. Володарского | 0.8 | Желтоватый | 0.05—0.2 | 11730 | + | 93—94 | 10.2 | 2.7 |
| » к-та им. Тельмана | 1.25 | Желтовато-грязный | 0.1 | — | + | 90.7 | 10.8 | 6.03 |
| » вагоноремонтного з-да | 1.3 | Желтоватый | 0.1 | 156 | + | 90.7 | 10.1 | 1.23 |
| » мыловаренного з-да | 1.25 | То же | 0.1—0.8 | — | + | 93.3 | 9.6 | 1.87 |
| » текстильного предприятия | 0.9 | » » | 0.4 | — | + | 90—93 | 9.3 | 1.7 |
| » з-да им. Ленина | 1.2 | Желтый | 0.2 | 20.0 | + | 93—87 | 9.5 | 2.8 |
| » химического завода | | Желтовато-грязный | 0.15 | — | + | 91—93 | 9.9 | 1.7 |



ность (0.6 м) и повышенны показатели БПК$_5$ (2.45 м $O_2$/л) и окисляемости (10.6 м О/л). Насыщение воды кис лородом не превышает 90%

То же наблюдается и ни же сброса сточных вод фаб рики им. Володарского (БПК$_5$ 2.67 мгО$_2$/л, окис ляемость 10.2 мг О/л). Вода здесь имеет даже кислую реакцию (pH=6.0) и содер жит нефтепродукты в коли честве 0.05—0.2 мг/л. В грун тах содержание нефтепродук тов достигает 11 730 мг на 100 г грунта.

Еще более сильное за грязнение отмечено ниже сброса сточных вод комби ната им. Тельмана. Грунты здесь содержат мазут, коли чество нефтепродуктов в воде колеблется около 0.1 мг/л, БПК$_5$ достигает 6.03 мгО$_2$/л.

Наличие нефтепродуктов в воде обнаружено и ниже сброса сточных вод вагоно ремонтного и мыловаренного заводов, текстильных пред приятий, завода им. Ленина и химического завода. На поверхности воды этих уча стков реки имелась нефтя ная пленка, а количество растворенных и эмульгиро ванных нефтепродуктов в во де колебалось от 0.1 до 0.4 мг/л (приложение 2). Почти все грунты содержали нефтепродукты. Количество их в районе вагоноремонт ного завода достигало 156 мг, а ниже завода им. Ленина— 200 мг в 100 г грунта.

Вниз по течению отрица тельное воздействие сточных вод усиливается вследствие постепенного накопления их загрязнителей в невской во де. На всех станциях вплоть до Финляндского моста отме чается значительное угнете ние зоопланктона — числен ность его уменьшается, ви довой состав обедняется, а ниже комбината им. Тельмана в пробах планктона встречается также большое количество разрушенных особей (50—100%) особенно олигосапробов *Notholca longispina*.

Такая же картина наблюдается и с представителями фитопланктона, но в менее выраженной форме.

Бентос на сильно загрязненных участках полностью или почти полностью отсутствовал, как это было ниже сброса сточных вод комбината им. Тельмана и текстильных предприятий, или был представлен небольшим количеством организмов α—β-мезосапробной зоны (ниже завода им. Ленина и др.).

На указанных сильно загрязненных участках наблюдалась также вспышка в развитии микроорганизмов. Количество сапрофитных бактерий увеличивается до 22—30 тыс., нефтеокисляющих до 10—100 тыс. в 1 мл воды. В 1 г грунта количество сапрофитных микроорганизмов достигало 1.1 млн, а нефтеокисляющих — 1.25 млн клеток (табл. 7).

Все загрязнения, поступающие со сточными водами левобережных предприятий города, к району Финляндского моста постепенно суммируются и перемешиваются с невской водой и частично перебрасываются к правому берегу реки в связи с начавшимся изменением направления ее течения. Общий гидрохимический режим реки здесь значительно ухудшается по сравнению с истоком, а у правого берега наблюдается даже концентрация загрязнений сточных вод, так как здесь имеется зона завихрений и кругового течения. Во время наших работ невская вода у этого берега была покрыта нефтяной пленкой, прозрачность ее не превышала 1.1 м, цвет был желтовато-грязный, в составе имелись нефтепродукты в количестве 0.1—0.2 мг/л, а в донных отложениях содержание их доходило до 2500 мг в 100 г грунта. Значительное загрязнение имелось и на середине реки. Содержание в воде кислорода не превышало здесь 90—74% насыщения, БПК$_5$ колебался от 1.7 до 2.35 мгО$_2$/л (приложение 3).

Планктон и бентос по сравнению с истоком реки носили явные признаки угнетения, выражающиеся в уменьшении их количественного и качественного состава и даже в отмирании и выпадении отдельных представителей. Опыты, проведенные с дафниями на их выживаемость в невской воде, показали, что в пробах воды, отобранных вдоль левого берега Невы ниже завода «Большевик», ниже фабрики им. Володарского, вагоноремонтного завода, химзавода и на поперечном створе около Финляндского моста у правого берега и на середине, дафнии в течение 6 дней опыта в тот или иной отрезок времени погибали. Причем гибель их происходила за счет общего органического и ядовитого загрязнения воды, о чем говорят наблюдаемые судорожные сокращения абдомена рачков, изуродованные раковины у погибших дафний, помутнение плазмы клеток их тела. Выше города, как уже отмечалось, гибели дафний в опытах с невской водой со всех станций не наблюдалось.

Данные микробиологических исследований также указывают на значительное общее загрязнение реки около Финляндского моста (табл. 7). Количество сапрофитных бактерий в 1 мл воды достигает здесь в разное время 12 тыс., нефтеокисляющих — 10 тыс. клеток, а в грунтах соответственно 1.6 млн и 1.25 млн клеток в 1 г грунта.

На участке реки от Финляндского моста до Литейного моста в Неву дополнительно поступают загрязнения из р. Охты и от правобережных предприятий города Ленинграда (заводы «Красный Выборжец», металлический, им. Свердлова).

Река Охта по степени загрязнения по существу превратилась в сточную канаву. В устьевой части вода ее имеет грязно-бурый цвет, неприятный запах, прозрачность 0.25 м. Содержание в ней кислорода не выше

ТАБЛИЦА 7

Количество микроорганизмов в р. Неве в пределах г. Ленинграда

| Место взятия пробы | В воде, в тыс./мл | | | В грунте, в тыс./г | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1957 г. | | | 1956 г. | | | 1957 г. | | |
| | общее количество | сапрофитные на МПА | нефтеокисляющие | сапрофитные на МПА | нефтеокисляющие | | сапрофитные на МПА | нефтеокисляющие | |
| р. Нева: | | | | | | | | | |
| ниже з-да «Большевик», левый берег | 1393.0 | $\frac{6.7}{1.5}$ | 1.0 | 400.0 | 133.0 | | — | — | |
| » ф-ки им. Володарского, правый берег | — | $\frac{3.6}{0.7}$ | $\frac{10.0}{1.0}$ | — | — | | 187.5 | 125.0 | |
| » к-та им. Тельмана, правый берег | — | $\frac{30.0}{12.0}$ | $\frac{100.0}{1.0}$ | — | — | | 1081.2 | 1250.0 | |
| » вагоноремонтного з-да, левый берег | 593.8 | 5.9 | 10.0 | — | — | | 337.5 | 1250.0 | |
| » з-да им. Ленина, левый берег | — | 19.2 | 1.0 | 239.0 | 120.0 | | 495.0 | 1000.0 | |
| » химкомбината, правый берег | 208.9 | 0.9 | — | — | — | | — | — | |
| Выше Финляндского ж.-д. моста: | | | | | | | | | |
| правый берег | 409.7 | 11.9 | 10.0 | 1600.0 | >1754.0 | | 312.5 | 250.0 | |
| середина | 330.8 | 0.5 | $\frac{1.0}{0.1}$ | — | — | | 581.2 | 1250.0 | |
| левый берег | 268.2 | 1.0 | 0.1 | 940.0 | 1500.0 | | — | — | |
| р. Б. Охта, в устье | — | 35.0 | 10.1 | — | — | | 5866.6 | 1666.6 | |

| Место взятия пробы | В воде, в тыс./мл | | | В грунте, в тыс./г | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1957 г. | | | 1956 г. | | | 1957 г. | | |
| | общее количество | сапрофитные на МПА | нефтеокисляющие | сапрофитные на МПА | нефтеокисляющие | | сапрофитные на МПА | нефтеокисляющие | |
| р. Нева: | | | | | | | | | |
| ниже з-да «Большевик», левый берег | 1393.0 | $\frac{6.7}{1.5}$ | 1.0 | 400.0 | 133.0 | | — | — | |
| » ф-ки им. Володарского, правый берег | — | $\frac{3.6}{0.7}$ | $\frac{10.0}{1.0}$ | — | — | | 187.5 | 125.0 | |
| » к-та им. Тельмана, правый берег | — | $\frac{30.0}{12.0}$ | $\frac{100.0}{1.0}$ | — | — | | 1081.2 | 1250.0 | |
| » вагоноремонтного з-да, левый берег | 593.8 | 5.9 | 10.0 | — | — | | 337.5 | 1250.0 | |
| » з-да им. Ленина, левый берег | — | 19.2 | 1.0 | 239.0 | 120.0 | | 495.0 | 1000.0 | |
| » химкомбината, правый берег | 208.9 | 0.9 | — | — | — | | — | — | |
| Выше Финляндского ж.-д. моста: | | | | | | | | | |
| правый берег | 409.7 | 11.9 | 10.0 | 1600.0 | >1754.0 | | 312.5 | 250.0 | |
| середина | 330.8 | 0.5 | $\frac{1.0}{0.1}$ | — | — | | 581.2 | 1250.0 | |
| левый берег | 268.2 | 1.0 | 0.1 | 940.0 | 1500.0 | | — | — | |
| р. Б. Охта, в устье | — | 35.0 | 10.1 | — | — | | 5866.6 | 1666.6 | |
| р. Б. Нева: | | | | | | | | | |
| ниже устья Б. Охты, правый берег | 208.9 | $\frac{3.6}{5.6}$ | $\frac{1.0}{10.0}$ | 3134.3 | >1500.0 | | 7500.0 | 16666.6 | |
| выше городского водопровода, левый берег | 4658.0 | 5.2 | 1.0 | 24000.0 | 2174.0 | | 656.0 | 250.0 | |
| ниже металлического з-да, правый берег | — | 1.9 | — | — | — | | 1150.0 | 2500.0 | |
| выше Литейного моста: | | | | | | | | | |
| правый берег | 522.4 | 1.2 | $\frac{1.0}{10.0}$ | — | — | | 90.0 | 1000.0 | |
| левый берег | 417.9 | 3.1 | 1.0 | — | — | | 1457.1 | 142.8 | |
| В устье, ниже устья р. Мойки: | — | 2.7 | $\frac{10.0}{1.0}$ | 841.0 | 227.2 | | 2625.0 | 25000.0 | |
| правый берег | 400.5 | 1.6 | 1.0 | — | — | | — | 1250.0 | |
| середина | 766.2 | 7.3 | 10.0 | 223.0 | 143.0 | | 343.7 | | |
| левый берег | | | | | | | | | |

ТАБЛИЦА 7 *(продолжение)*

| Место взятия пробы | В грунте, в тыс./г | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 1956 г. | | 1957 г. | | |
| | сапрофитные на МПА | нефтеокисляющие | сапрофитные на МПА | нефтеокисляющие | |
| р. Б. Нева: | | | | | |
| ниже устья Б. Охты, правый берег | $\frac{1.5}{6.4}$ | $\frac{1.0}{10.0}$ | 7500.0 | 16666.6 | |
| выше городского водопровода, левый берег | 4.1 | 1.0 | 656.0 | 250.0 | |
| ниже металлического з-да, правый берег | — | — | 1150.0 | 2500.0 | |
| выше Литейного моста: | | | | | |
| правый берег | — | — | 90.0 | 1000.0 | |
| левый берег | — | — | 1457.1 | 142.8 | |
| В устье, ниже устья р. Мойки: | — | — | 2625.0 | 25000.0 | |
| правый берег | 1.1 | 1.0 | — | 1250.0 | |
| середина | — | — | 343.7 | | |
| левый берег | 3.8 | 10.0 | | | |

57—62% насыщения, окисляемость около 18 мгО/л, $БПК_5$ 3.4—5.6 мг$O_2$/л, количество нефтепродуктов достигает 0.4 мг/л. Вода содержит также 5—10 мг/л аммиака и до 0.1 мг/л нитритов.

Количество сапрофитных бактерий достигает здесь 35 тыс., а нефтеокисляющих — 10 тыс. клеток в 1 мл воды. В донных отложениях соответственно 5.8 млн и 1.66 млн клеток в 1 г грунта. Планктон в устье р. Б. Охты чрезвычайно беден и представлен лишь *Chydorus sphaericus*, снесенными сверху полуразрушенными *Keratella cochlearis* и инфузориями.

Дно реки сильно захламлено различными отбросами. Природный грунт был взят дночерпателем только у берегов. Он представлял собой черный слизистый ил с неприятным запахом и с содержанием до 313 мг нефтепродуктов на 100 г грунта. Бентос в грунте и в наносах отсутствует. Берега реки и ее русло также сильно загрязнены и захламлены, что хорошо видно на прилагаемых фотографиях, заснятых на различных участках р. Охты (рис. 3, *а*, *б*).

Ниже р. Охты в районе стоков правобережных предприятий гидрохимический режим р. Невы, так же как и ниже стоков левобережных предприятий, значительно ухудшается. Вода на этих участках покрыта нефтяной пленкой, прозрачность ее уменьшается, цвет делается желтовато-грязным, замечается небольшое понижение содержания кисло-

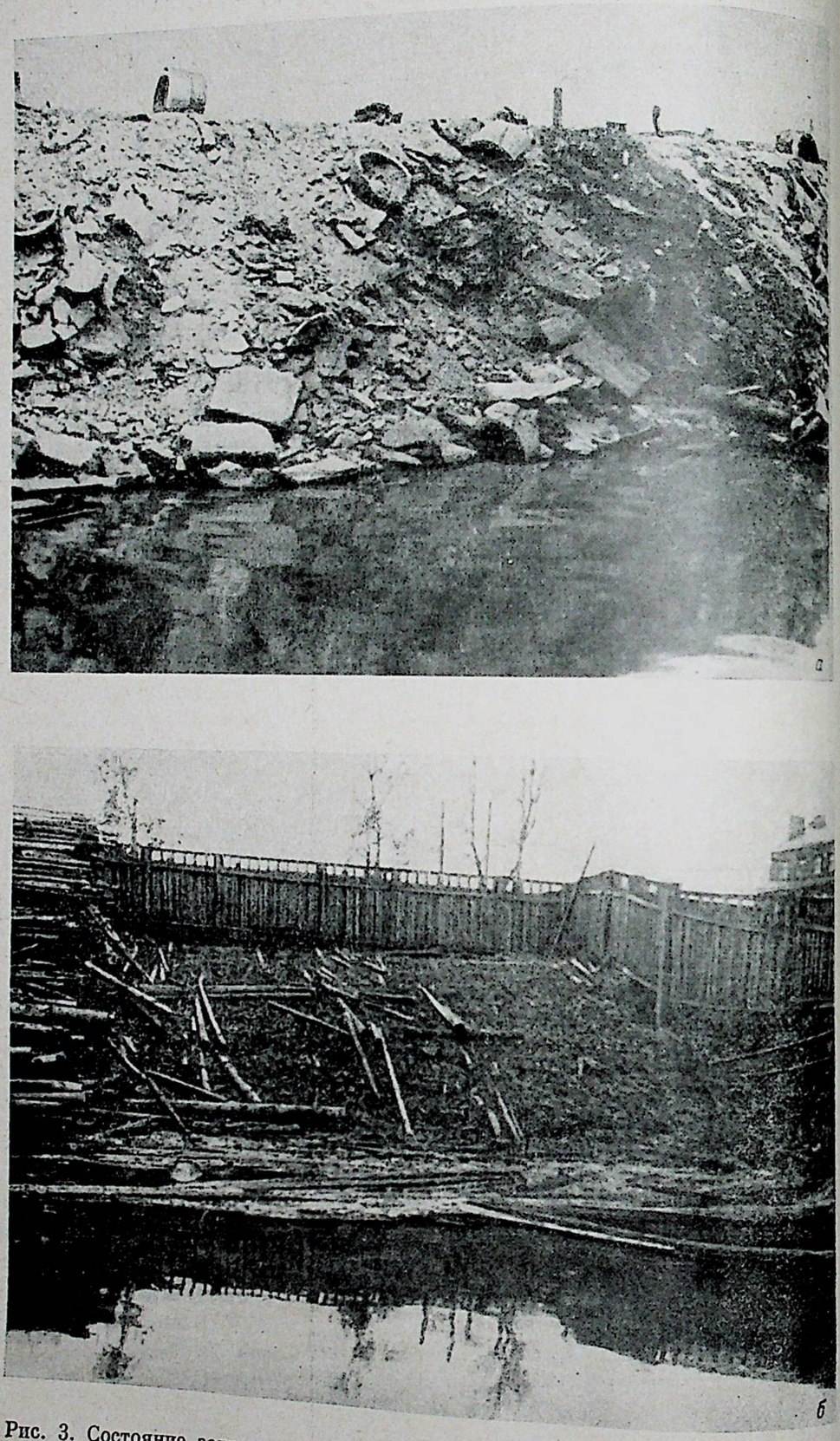


Рис. 3. Состояние загрязнения берега на различных участках р. Охты в пределах Ленинграда.

рода, увеличение показателей $БПК_5$ и окисляемости. В составе воды обнаруживаются растворимые и эмульгированные нефтепродукты. В грунтах нефтепродуктов нет, видимо, они здесь не задерживаются, так как на этом участке реки имеется сильное течение, а грунты представлены в основном песком и мелкой галькой, т. е. являются хорошо промываемыми. По этой же, видимо, причине в этих грунтах отсутствуют бентические организмы. Есть, правда, основание полагать, что здесь наблюдается комплексное воздействие сточных вод и течения. Например, в опытах с невской водой этого участка дафнии все погибают, что указывает на ее загрязнение.

В районе расположения правобережных предприятий Нева делает левый поворот и направление ее течения перемещается от правого берега к левому, к району местоположения городского водозабора. Около последнего скорость течения резко снижается, так как в результате небольших глубин здесь образуется затишная зона. Это обстоятельство и наличие скоплений больших количеств сплавной древесины способствуют сильному загрязнению данного участка реки. Поверхность реки покрыта нефтяной пленкой, вода местами имеет неприятный древесный привкус.

В составе воды имеются нитриты 0.002 мг/л, аммиак — 0.4 мг/л, нефтепродукты — до 0.1 мг/л. Грунт покрыт щепой, дру-

ТАБЛИЦА 8

Средние показатели гидрохимических, микробиологических и гидробиологических анализов проб воды и грунта р. Невы на отдельных ее участках (1957 г.)

| Место взятия пробы | Прозрачность воды, в м | Цвет воды | Содержание кислорода | | $БПК_5$, в $мгО_2/л$ | Окисляемость, в мгО/л | Количество сапрофитных микроорганизмов | | Фитопланктон, в тыс. экз./м³ | Зоопланктон, в тыс. экз./м³ | % проб воды, токсичной для дафний |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | мг/л | % насыщения | | | в воде, в 1 мл | в грунте, в тыс./г | | | |
| Исток р. Невы из Ладожского озера . . | 2.0—3.0 | Желтоватый | 11.67 | 93.7 | 0.96 | 8.42 | 800 | 37.5 | 2960 | 3855 | 0.0 |
| р. Нева, в 200 м выше Финляндского моста | 1.0 | Грязно-желтоватый-и желтоватый | 11.02 | 90.0 | 1.97 | 8.7 | 4458 | 446.0 | 1870.4 | 918 | 50 |
| р. Нева, в 500 м выше Литейного моста . . | 1.25 | То же | 9.86 | 81.2 | — | 9.3 | 2200 (3125) | 772.0 | 2536 (1918) | 4879 (605) | 50 |
| Устье р. Невы . . . . | 1.55 | Желтоватый | 10.8 | 90.9 | 1.54 | 9.6 | 3880 | 1482.2 | 696.1 | 837 | 100 |

Примечание. Цифры без скобок — средние по створу; цифры, поставленные в скобках [на створе у Литейного моста, относятся только к левобережной загрязненной станции; данные по бентосу не приводятся, так как он отбирался не на всех станциях.

гими отходами и содержит нефтепродук-
тов до 313 мг на 100 г грунта.

Планктон и бентос здесь количест-
венно и качественно бедны. Первый
представлен лишь *Polyarthra trigla* и *Ke-
ratella cochlearis*, второй — только орга-
низмами пелофильного комплекса (оли-
гохеты, нематоды, пиявки и некото-
рые моллюски).

Количество сапрофитных микроор-
ганизмов, развивающихся на МПА в
воде, достигает 5250 клеток в 1 мл, что
указывает на сильное органическое за-
грязнение данного участка реки. Даф-
нии в опытах с водой этого участка
погибают.

После водозабора загрязненная струя
невской воды движется вдоль левого
берега реки, постепенно распростра-
няясь на ее середину.

Исследования, проведенные в райо-
не Литейного моста, показывают нали-
чие здесь общего загрязнения реки,
наиболее ярко выраженного у левого
берега (приложение 3).

В табл. 8 приводятся средние по-
казатели гидрохимических, микробио-
логических и гидробиологических ана-
лизов проб воды и грунта р. Невы, отоб-
ранных на разных створах.

Материалы этой таблицы показы-
вают, что и в районе Литейного моста
самоочищения невской воды не проис-
ходит. Правда, здесь отмечены неко-
торое понижение в воде количества
сапрофитных микроорганизмов на МПА
и восстановление фито- и зоопланкто-
на, но это есть результат осреднения
показателей за счет правобережной
более чистой струи. В итоге средние
показатели делаются для микроорганиз-
мов более низкими, а для планктона
более высокими (что и видно из данных
табл. 8, где, кроме средних, приведены
также показатели левого берега). Опы-
ты с дафниями также не показывают
значительного улучшения качества нев-
ской воды: 50% ее проб угнетающе
воздействовало на дафний. Кроме того,
у левого берега реки и частично на ее
середине отмечено некоторое снижение
содержания кислорода до 67—87%
насыщения, ухудшение физических
свойств воды (цвет, прозрачность), на-
личие в грунтах нефтепродуктов (до
80 мг на 100 г грунта) и возрастание

ТАБЛИЦА 9

Данные анализа воды в устьях рр. Мойки и Фонтанки и р. Невы ниже этих рек (средние данные по створу)

| Место взятия пробы | Дата | Прозрачность, в м | pH | Содержание кислорода | | БПК$_5$, в мгО$_2$/л | Окисляемость, в мгО/л | Солевой аммиак, в мг/л, $NH_4'$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | мл/м | % насыщения | | | |
| р. Мойка, устье | 10 XI 1957 | 1.5 | 7.0 | 11.4—11.1 | 90—87 | 4.23 | 8.5—9.0 | 2.5—3.0 |
| р. Нева, ниже устья р. Мойки | 10 XI 1957 | 1.3 | 7.05 | 11.1—11.0 | 87.0—89.7 | 3.9—4.1 | 10.6—11.1 | 1.5—2.5 |
| р. Нева, против устья р. Мойки | 25 VII 1956 | 1.0 | 7.1—7.2 | 8.8—9.3 | 84—90 | 1.3—0.8 | 9.35 | 0.1 |
| р. Фонтанка, устье | 25 VII 1956 | 0.6 | 6.8—6.85 | 6.5—7.0 | 62—67 | 6.87 и больше | 10.5—15.3 | 1.5—2.5 |
| То же | 10 XI 1957 | 0.9 | 6.99 | 9.9—10.1 | 78.0—78.5 | 1.6—8.8 | 11.6—13.7 | 5.0 |

ТАБЛИЦА 10

Количество микроорганизмов в водоемах дельты р. Невы в пределах г. Ленинграда

| Место взятия пробы | В воде, в тыс./мл | | | | | В грунте, в тыс./г | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1956 г. | | 1957 г. | | | 1956 г. | | 1957 г. | |
| | сапрофитные на МПА | нефтеокисляющие | общее количество | сапрофитные на МПА | нефтеокисляющие | сапрофитные на МПА | нефтеокисляющие | сапрофитные на МПА | нефтеокисляющие |
| р. Мойка, в устье | 2.3 | 1.0 | 1097.0 | 31.2 | 10.0/100.0 | 1000.0 | >1250.0 | 64000.0 | 20000.0 |
| р. Б. Нева, ниже устья р. Мойки | — | — | — | 21.7 | 10.0 | — | — | 10000.0 | 33333.3 |
| р. Фонтанка, в устье | 16.8 | 10.0 | — | 67.0/36.2 | 100.0/10.0 | 21538.0 | >1538.0 | 93333.3 | 33333.3 |
| р. М. Нева: | | | | | | | | | |
| ниже ГИПХа, правый берег | — | — | 457.7 | 12.1 | 10.0 | — | — | 137.5 | 12.5 |
| в устье, левый берег | 2.0 | 10.0 | 104.4 | 1.1 | 1.0/10.0 | — | — | 900.0 | 1666.6 |
| правый берег | 1.7 | — | — | 2.1 | 1.0 | 2490.0 | 2000.0 | — | — |
| р. Б. Невка: | | | | | | | | | |
| ниже моста Свободы, левый берег | 3.0/8.6 | 1.0/10.0 | — | — | — | 168.6 | 12.0 | — | — |
| правый берег | 31.0/60.0 | >100.0/10.0 | — | — | — | 972.6 | >1370.0 | — | — |
| в устье, левый берег | 2.0 | 10.0 | 208.9 | 2.5 | 10.0/1.0 | 643.0 | 143.0 | 5664.7 | 1428.5 |
| правый берег | 9.6/3.4 | 10.0 | 557.2 | 15.8/2.6 | 10.0/1.0 | 250.0 | 113.6 | 22700.0 | 33333.3 |
| р. Карповка | — | — | — | 70.0 | 100.0 | — | — | 960000.0 | 10000.0 |
| | — | — | 8184.4 | 77.0 | 10.0 | — | — | — | — |
| р. М. Невка, в устье | 6.8/2.0 | 1.0 | 330.8 | 1.9/10.1 | 10.0 | 13140.0 | >3125.0 | 37.5 | 125.0 |
| Черная речка | — | — | 28575.8 | 440.0 | 100.0 | — | — | 38333.3 | 33333.3 |

количества сапрофитных бактерий. Даже в целом по створу содержание кислорода не превышало 81.2% насыщения (табл. 8).

В нижней предустьевой части р. Невы в нее впадают сильно загрязненные рр. Мойка и Фонтанка, а также р. Екатерингофка. Вода этих рек, как видно из данных приложения 3 и табл. 9, имеет очень низкую прозрачность, грязно-желтоватый цвет, высокие показатели $БПК_5$ (4—8 мг$O_2$/л) и окисляемости (8—14 мгО/л), содержит нитриты и аммиак (до 2—5 мг/л). Кроме того, в воде и грунтах находятся нефтепродукты. В грунтах, например, Мойки количество их доходило до 313 мг на 100 г грунта; зоопланктон и фитопланктон обеднены, особенно в р. Фонтанке. В последней в пробах зоопланктона попадались в значительных количествах слизистые комья грибов. Количество сапрофитных микроорганизмов на МПА в воде р. Мойки доходило до 31 тыс., а в воде Фонтанки до 67 тыс. клеток в 1 мл. В грунтах соответственно 64 и 93.3 млн на 1 г грунта (табл. 10).

В районе впадения этих рек в Неву в ее воде понижается содержание кислорода, показатель $БПК_5$ возрастает до 3—4 мг$O_2$/л, а содержание аммиака до 1.5—2.5 мг/л. Как в воде, так и в грунте присутствуют нефтепродукты. Например, ниже устья р. Мойки в 100 г грунта у левого берега Невы было обнаружено до 1250 мг нефтепродуктов.

Анализы проб воды, отобранных в самом устье р. Невы, также показывают наличие здесь общего органического загрязнения, особенно сильного у правого берега. Содержание здесь кислорода (даже по средним показателям) не превышает 90.9% насыщения. Как в воде, так и в грунтах имеется большое количество сапрофитных бактерий — показателей органического загрязнения (табл. 8). Планктон и бентос количественно и качественно обеднены и представлены в основном организмами α- и β-мезосапробной зоны. Дафнии во всех пробах воды из устья р. Невы погибали.

Наиболее значительно здесь выражено и нефтяное загрязнение реки. Количество нефтепродуктов в воде определялось до 0.15 мг/л, а в донных отложениях до 10—313 мг на 100 г грунта.

ТАБЛИЦА 11

Содержание нефтепродуктов в воде и грунте р. Невы на разных ее участках

| Место взятия пробы | Вода | | | | Грунт | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | общее количество проб | из них количество проб, содержащих нефтепродукты | % от общего количества проб | среднее содержание нефтепродуктов, в мг/л | общее количество проб | из них количество проб, содержащих нефтепродукты | % от общего количества проб | среднее содержание нефтепродуктов, в мг в 100 г грунта |
| р. Нева, от истока до з-да «Большевик» | 19 | 4 | 21 | 0.09 | 11 | 2 | 18.1 | 0.68 |
| р. Нева, от з-да «Большевик» до Финляндского моста | 22 | 13 | 60.0 | 0.17 | 13 | 5 | 38.4 | 543.0 |
| р. Нева, от Финляндского моста до Литейного моста | 13 | 4 | 30.7 | 0.03 | 7 | 2 | 28.5 | 56.1 |
| р. Нева, от Литейного моста до устья | 14 | 2 | 14.3 | 0.02 | 4 | 3 | 75.0 | 410.7 |
| Невская губа | 14 | 7 | 50.0 | 0.18 | 7 | 7 | 100.0 | 14.7 |



Из изложенного материала видно, что, несмотря на многоводность, большие скорости течения и хорошие условия смешения, р. Нева в пределах города полностью не справляется с тем большим количеством загрязнений, которые поступают в нее со сточными водами предприятий и городской канализации. Сравнение качества невской воды в пределах города с таковым на верхнем ее участке ясно показывает медленное постепенное общее усиление загрязнения реки органическими загрязни-

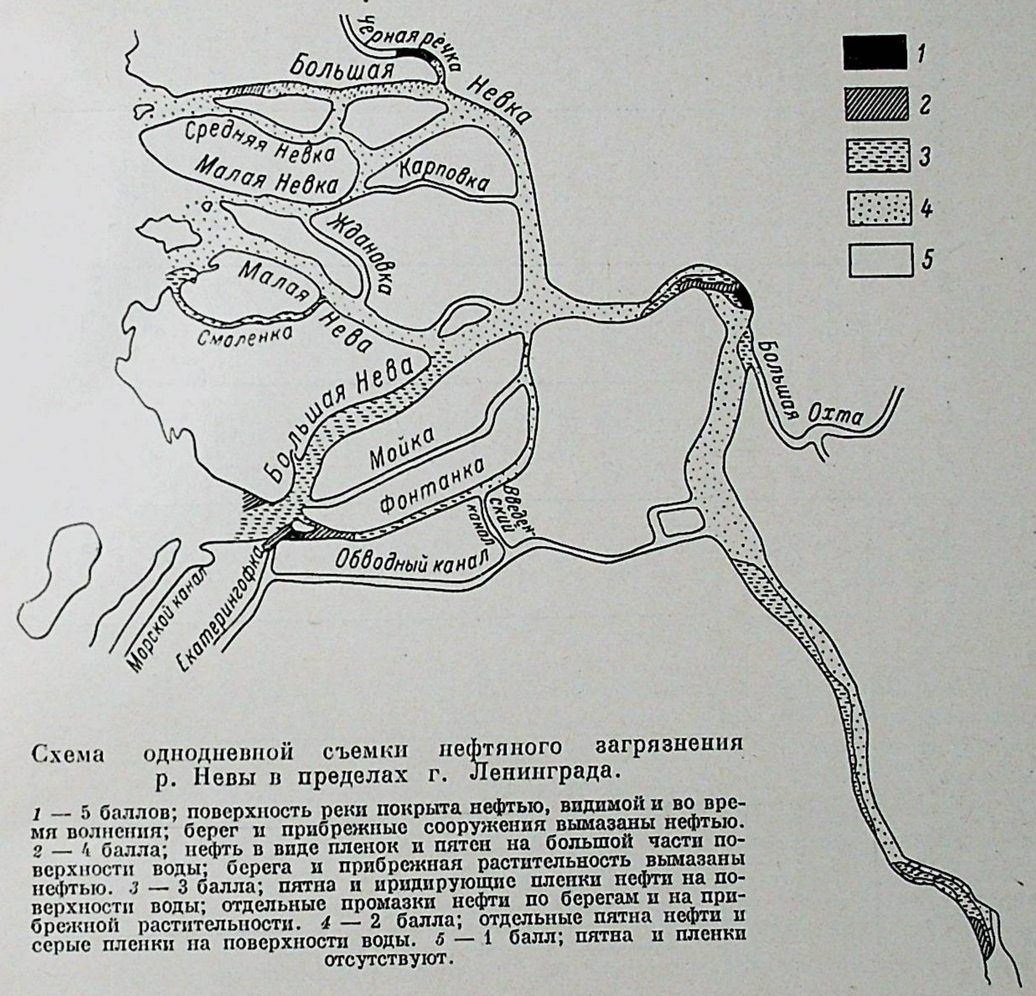



Схема однодневной съемки нефтяного загрязнения р. Невы в пределах г. Ленинграда.

*1* — 5 баллов; поверхность реки покрыта нефтью, видимой и во время волнения; берег и прибрежные сооружения вымазаны нефтью. *2* — 4 балла; нефть в виде пленок и пятен на большой части поверхности воды; берега и прибрежная растительность вымазаны нефтью. *3* — 3 балла; пятна и иридирующие пленки нефти на поверхности воды; отдельные промазки нефти по берегам и на прибрежной растительности. *4* — 2 балла; отдельные пятна нефти и серые пленки на поверхности воды. *5* — 1 балл; пятна и пленки отсутствуют.

телями (табл. 8). Особенно сильным в пределах города является, как это видно из данных табл. 11, рис. 4 и приложения 7, нефтяное загрязнение реки, которое носит в основном поверхностный и придонный характер. Толща воды в целом не загрязнена.

Правда, на отдельных участках реки, как отмечалось выше, загрязняется и толща воды. Количество растворимых и эмульгированных нефтепродуктов в 1 л воды доходило на этих участках до десятых долей миллиграмма. Загрязнение поверхности воды и грунтов нефтепродуктами имеется и во всех рукавах, притоках и других внутригородских водоемах, связанных с р. Невой. Имеется в них и общее органическое загрязнение, как это видно из данных табл. 6, 7 и приложений 2—7.

Анализы воды проток дельты р. Невы указывают на некоторое общее ухудшение физико-химических ее свойств по сравнению с водой верхнего участка Невы без резких изменений какого-либо одного показателя. Во все времена года в составе воды имеются нитриты и аммиак, т. е. показа-

ТАБЛИЦА 12

Данные анализа воды в рукавах и притоках р. Невы в черте г. Ленинграда
(средние данные по створу)

| Место взятия пробы | Дата | Прозрачность, в м | pH | Содержание кислорода | | ВПК$_5$, в мгО$_2$/л | Окисляемость, в мгО/л | Солевой аммиак, в мг/л $NH_4^+$ | Нитриты, в мг/л $NO_2^-$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | мг/л | % насыщения | | | | |
| *р. М. Нева, устье* | 12 XI 1957 | 1.3 | 7.1 | 12.55 | 97.45 | 2.34 | 9.62 | 0.22 | 0.001 |
| | 21 V 1958 | — | 6.9 | 12.85 | 99.43 | 1.91 | 11.44 | 0.1 | Нет |
| | 24 VII 1956 | 1.4 | 7.2 | 9.21 | 92.1 | 1.1 | 10.4 | 0.1 | 0.0015 |
| *р. М. Нева, ниже стоков ГИПХа* | 12 XI 1957 | 1.2 | 6.9 | 12.18 | 96.3 | 2.2 | 9.15 | 0.2 | 0.001 |
| | 13 XI 1957 | 1.6 | 7.1 | 12.15 | 93.5 | 1.30 | 9.09 | 0.18 | 0.0025 |
| *р. Б. Невка, устье* | 21 V 1958 | — | 6.99 | 13.0 | 102,8 | 3.18 | 12.8 | 0.1 | 0.0005 |
| | 24 VII 1956 | — | 7.22 | 9.4 | 90.0 | 2.41 | 9.3 | 0.1 | 0.0015 |
| *р. М. Невка, устье* | 21 V 1958 | — | 6.99 | 12.7 | 97.7 | 1.8 | 11.2 | 0.1 | Нет |
| | 24 VII 1956 | — | 7.1 | 8.9 | 86.3 | 1.1 | 10.7 | 0.1 | 0.06 |
| *р. Карповка, у берега, устье* | 12 XI 1957 | 1.0 | 7.1 | 12.0 | 93.2 | 1.28 | 9.4 | 0.2 | 0.0015 |
| | 3 XI 1957 | 0.65 | 7.0 | 12.78 | 94.59 | Больше 12.2 | 12.12 | 7.5 | 0.05 |
| То же, *середина* | 13 XI 1957 | 0.6 | 7.0 | 9.58 | 74.32 | Больше 9.58 | 10.3 | 8.0 | 0.075 |
| *Черная речка, устье* | 13 XI 1957 | 0.25 | 6.99 | — | — | 49.0 | 34.85 | 10.0 | 0.006 |

ТАБЛИЦА 13

Распределение зоопланктона в протоках дельты р. Невы, в экз./м³

| Организмы | р. М. Нева | | | р. Карповка | р. М. Невка | Черная речка | р. Б. Невка | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ниже ГИПХа, правый берег | устье, створ: левый берег | устье, створ: правый берег | устье, середина | устье, середина | в 50 м выше устья, середина | устье: левый берег | устье: правый берег |
| | № станций | | | | | | | |
| | 99 | 97 | 98 | 103 | 100 | 105 | 101 | 102 |
| | глубина, м | | | | | | | |
| | 4.3 | 4.8 | 4.6 | 1.5 | 5 | 3.5 | 6 | 2.8 |
| *Cyclops* | 60 | 10 | — | 30 | 20 | — | Зоопланктон отсутствует | 30 |
| *Diaptomus* | 10 | 10 | — | — | — | — | | — |
| *Eurytemora* | — | 25 | — | — | — | — | | — |
| *Notholca longispina* | 2200 | — | — | — | — | — | | — |
| *N. acuminata* | — | — | 500 | — | 0 (700) | — | | 140 |
| *Polyarthra trigla* | 2200 | — | — | — | — | — | | — |
| *Keratella cochlearis* | 2200 | — | — | — | — | — | | — |
| *Dinocharis tetractis* | — | — | — | — | 700 | — | | — |
| *Synchaeta* | 2200 | — | — | — | — | — | | — |
| *Rotatoria* типа *Rotifer* | — | — | — | — | — | 600 | | — |
| *Infusoria* типа *Paramecium* | — | — | — | 37000 | — | 32200 | | — |
| *Harpacticidae* | — | — | — | — | 10 | — | | — |
| *Oligochaeta* | 10 | — | — | — | — | — | | 20 |
| *Nematoda* | 20 | — | — | 30 | — | 600 | | — |

Примечание. Цифры в скобках — отмершие особи (цифры округлены).

тели свежего загрязнения (табл. 12). Следовательно, здесь наблюдается та же картина в изменении свойств воды под влиянием загрязнителей, что и в Большой Неве, но в отдельных протоках более ярко выраженная, как например в р. Карповке, Черной речке, в Малой Невке. Интересно отметить, что весной гидрохимический режим проток более удовлетворительный, чем летом и осенью. Фитопланктон и зоопланктон весной тоже был представлен богаче, чем осенью и летом. Это, видимо, находится в прямой связи с увеличением поступления весной в р. Неву и ее притоки чистых вод, а следовательно, и с большим разведением сточных вод и усилением процессов самоочищения, на что и указывает большое содержание весной в воде сапрофитных бактерий, развивающихся на МПА.

Об усилении органического загрязнения водоемов дельты Невы по сравнению с Большой Невой говорят и данные микробиологических исследований. Во всех пробах воды, отобранных в устьях рукавов дельты Невы, количество сапрофитных бактерий на МПА превышало 2.1 тыс. в 1 мл воды, а в донных отложениях было больше 5 млн клеток в 1 г грунта. Только в 4 пробах воды было найдено от 1.1 до 2.6 тыс. сапрофитов.

Зоопланктон (табл. 13) на этих участках также был беднее, чем в р. Большой Неве, а в Большой Невке у левого берега, против стрелки, полностью отсутствовал. У правого берега он был представлен только тремя формами. Фитопланктон был несколько богаче, чем зоопланктон, но в целом более беден, чем в р. Большой Неве.

Бентос проток (табл. 14) в основном представлен пелофилами, а на некоторых станциях (99.105) он вообще отсутствует.

Особенно загрязненными являются реки Екатерингофка, Карповка и Черная речка. Вода этих рек имеет бурый цвет, прозрачность 0.65—

Таблица 14

Распределение бентоса в устьях р. Невы и притоках в 1957 г.
(в числителе — экз./м², в знаменателе — мг/м²)

| Организмы | р. М. Нева | | | | | р. Б. Невка | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ниже ГИПХа | устье, левый берег | устье, правый берег | р. Карповка | р. М. Невка | Черная речка | |
| | № станции | | | | | | |
| | 99 | 97 | 98 | 103 | 100 | 105 | 101 | 102 |
| | глубина, в м | | | | | | | |
| | 4.3 | 4.8 | 4.6 | 1.5 | 5.0 | 3.5 | 6.0 | 2.8 |
| | песок, камни, уголь | сильно заиленный песок, мелкая кора | битый кирпич, гвозди | ослизнившаяся кора деревьев | желтый заиленный песок | мазут с илом | крупный песок, жидкий ил, кора деревьев | темный ил с песком, нефть |
| *Nematoda* | — | 40/21.2 | 840/2.4 | 490/0.16 | 280/2.8 | — | 1400/22.0 | 15440/92.8 |
| *Oligochaeta* | — | 880/560.0 | 660/46.8 | 560/532.0 | 360/1500.0 | — | 6960/2340 | 478960/201520.0 |
| *Hirudinea* | — | — | 120/6580.0 * | — | — | — | — | 3800/30560.0 |
| *Pisidium* | — | — | — | — | — | — | — | 520/1120.0 |
| *Sphaerium* sp. | — | — | — | — | — | — | — | 1760/1880.0 |
| *Sph. (scaldianum)* | — | — | — | — | — | — | 1320/20520.0 | — |
| *Valvata* sp. | — | — | — | — | — | — | — | 160/932.0 |
| *Radix* sp. | — | — | — | — | — | — | — | 40/1920.0 |
| *R. auricularia* | — | — | — | 50/920.0 | — | — | — | — |
| *Harpacticidae* | — | — | — | — | — | — | — | 18120/5336.0 |
| *Asellus aquaticus* | — | 40/222.4 | — | — | — | — | — | 320/1320.0 |
| *Trichoptera* | — | — | — | — | — | — | 160/12.0 | — |
| *Chironomidae* ** | — | — | — | 200/1552.2 | — | — | — | — |
| *Pentapedilum exectum* | — | — | — | 1840/9600.0 | — | — | — | — |
| *Chironomus* f. l. *thummi* | — | — | — | 3040/7220.0 | — | — | — | — |
| *Polypedium (predastre)* | — | — | — | 200/500.0 | — | — | — | — |
| *Brillia pallida* | — | — | — | 40/74.0 | — | — | — | — |
| *Ablabesmyia lentiginosa* | — | — | — | 80/12360.0 | — | — | — | — |
| *Heleidae* | — | — | — | — | — | — | — | — |

* *Batrachobdella*+*Elaemopis*.
** Не определено до вида.

0.25 м, БПК$_5$ до 49.0 мгО$_2$/л. Зоопланктон и фитопланктон представлен очень бедно, как количественно, так и качественно. В Черной речке по существу зоопланктона почти нет. Здесь обнаружены только самые выносливые формы коловраток типа *Rotifer* (600 экз./м³), нематоды (600 экз./м³) и в большом количестве инфузории (32 200 экз./м³). В Карповке также, кроме нематод (30 экз./м³), циклопов (30 экз./м³) и инфузорий (3700 экз./м³), никаких других представителей зоопланктона обнаружено не было. В то же время в 1 мл воды этих рек находилось до 70—440 тыс. сапрофитных бактерий на МПА и до 100 тыс. клеток нефтеокисляющих бактерий, а в грунтах соответственно до 0.96—98.4 млн и 10—33.3 млн клеток в 1 г грунта (табл. 10). Как в воде, так и в грунтах имелось большое количество нефтепродуктов.

Сильное нефтяное загрязнение обнаружено и на других рукавах и протоках р. Невы. Так, в грунтах Малой Невы было от 20 до 311 мг, а в Малой Невке от 20 до 156 мг нефтепродуктов на 100 г грунта. В воде этих рек находилось от следов до 0.2 мг/л растворимых и эмульгированных нефтепродуктов.

### 4. Влияние загрязнений на Невскую губу

Невская губа была нами обследована весной 1958 г. Исследования проводились не только в самой губе, но, так же как и в 1957 г., в устьях основных протоков дельты Невы. Непосредственно в Невской губе исследования велись на створе Лахта—Стрельна (рис. 1).

Гидрохимические исследования на этом створе показывают, что вода губы существенно не отличается от невской (приложение 6). Цвет и прозрачность ее, содержание в ней кислорода, углекислоты, показатели окисляемости и БПК$_5$, активная реакция воды (pH), ее минерализация и другие показатели как в устье р. Невы, так и в Невской губе были очень близки. Эти исследования также показывают, что в южной части губы в районе Морского канала в воде имеются более низкое содержание кислорода (до 92—85% насыщения), высокие показатели БПК$_5$ и большее содержание нефтепродуктов, чем в северной части губы. Количество здесь нефтепродуктов в воде колебалось от 0.1 до 1.2 мг/л, а в грунтах достигало 80 мг в 100 г грунта, тогда как в северной части не превышало 5.0 мг. Причем общее нефтяное загрязнение, как это видно из данных табл. 11, в Невской губе имеет большее распространение, чем в р. Неве. Все пробы грунта и 50% проб воды губы содержали в своем составе нефтепродукты, тогда как в дельте Невы и ее притоках и рукавах они содержались в меньшем проценте проб воды и грунтов.

Материалы микробиологических исследований также указывают на большое нефтяное загрязнение губы. Количество нефтеокисляющих бактерий во всех грунтах губы было довольно высокое и колебалось от 1333.3 до 1428.5 тыс. в 1 г и только в двух случаях было равно 1250 тыс. В реке же Неве и ее протоках оно резко колебалось от 125 до 18 181.8 тыс. клеток в 1 г и высоким было только на отдельных станциях (табл. 15).

Все это указывает на сильное нефтяное загрязнение губы и особенно ее грунтов.

Распределение сапрофитных микроорганизмов, развивающихся на МПА, в воде губы было довольно равномерным, и количество их колебалось от 1.4 до 4.7 тыс./мл. Только в районе Морского канала в 1 мл воды было обнаружено до 20 тыс. сапрофитных бактерий, что указывает на большое органическое загрязнение данного участка (табл. 15).

Материалы гидробиологических исследований не показывают разницы по составу зоо- и фитопланктона на отдельных участках Невской губы, что указывает на равномерность распределения общего загрязнения

## ТАБЛИЦА 15

Количество микроорганизмов в устье Б. Невы, основных ее рукавов и верхнем участке Невской губы

| Место взятия пробы | В воде, в тыс./мл | | В грунте, в тыс./г | |
|---|---|---|---|---|
| | сапрофитные на МПА | нефтеокисляющие | сапрофитные на МПА | нефтеокисляющие |
| р. Б. Нева, устье: | | | | |
| левый берег | 6.7 | 10.0 / 1.0 | 10833.3 | 1666.6 |
| середина | 1.8 | 1.0 | 8.7 | 0.0001 |
| правый берег | 3.2 | 1.0 / 10.0 | 2470.0 | 2000.0 |
| р. М. Нева, устье: | | | | |
| левый берег | 1.9 | 1.0 | 9333.3 | 1666.6 |
| правый берег | 3.8 | 1.0 | 392.8 | 142.8 |
| р. Б. Невка, устье: | | | | |
| левый берег | 5.1 / 9.1 | 1.0 / 10.0 | 1700.0 | 18181.8 |
| середина | 3.3 | 1.0 | 53.7 | 125.0 |
| правый берег | 9.0 | 1.0 | 9570.0 | 14300.0 |
| Невская губа. Разрез Стрельна—Лахта: | | | | |
| на 200 м южнее Морского канала | 12.5 | 1.0 / 10.5 | 2000.0 | 1333.3 |
| Морской канал, северная бровка | 20.3 | 10.0 | 860.0 | 1333.3 |
| против русла Б. Невы | 1.4 | 0.1 / 1.0 | 2750.0 | 1250.0 |
| против отмели между Б. и М. Невой (В. О.) | 4.7 | 1.0 / 0.1 | 348.5 | 1428.5 |
| против русла М. Невы | 3.8 / 1.5 | 1.0 / 10.0 | 1193.3 | 1250.0 |
| против Крестовского острова и стадиона им. С. М. Кирова | 2.5 / 1.1 | 0.1 | 346.6 | 1333.3 |
| против русла Б. Невки | 4.0 | 10.0 | 1133.3 | 1333.3 |

по всей губе (табл. 16). Кроме того, из материалов этих исследований видно, что в Невской губе имеется такой же планктон, как и в р. Неве. Состав бентоса Невской губы приведен в табл. 17.

Весь изложенный материал показывает, что в Невской губе, так же как и в р. Неве, имеется некоторое общее органическое загрязнение и сильно выраженное нефтяное загрязнение воды и грунта губы.

В заключение необходимо отметить, что р. Нева и Невская губа загрязняются не только сточными водами, но также и водным транспортом и лесосплавом. Сброс нефтепродуктов в водоемы Невы водным транспортом составляет очень большой никем не учтенный процент нефтяного загрязнения, возможно, не меньший, чем загрязнение от промышленных стоков. Ряд внутригородских водоемов в очень сильной степени загрязняется также отходами лесосплава, особенно такие водоемы, как р. Карповка, Обводный канал и др.

Наконец, Невская губа загрязняется не только выносом в нее загрязнений невской водой, но также и вывозом в нее нечистот трестом очистки города от очистки каналов и притоков Невы.

Поступление в р. Неву и связанные с ней водоемы такого большого количества загрязнений оказывает сильное отрицательное влияние на ее рыбное хозяйство. Подробно этот вопрос освещается в соответствующем разделе данного сборника.



## ТАБЛИЦА 16

Зоопланктон устьев р. Невы и створ Стрельна—Лахта в Финском заливе (в экз./м³)

| Организмы | Финский залив, створ Стрельна—Лахта | | | |

ТАБЛИЦА 17

Состав бентоса Невской губы и р. Невы

| Организмы | Невская губа | | |

сильно загрязняющих водоемы: Невский химзавод, Охтинский химкомбинат, завод «Большевик», гидролизный завод, завод «Красный Химик», машиностроительный и металлургический заводы и др.

2. Закончить составление проектов строительства очистных сооружений на тех предприятиях г. Ленинграда, где таковых не имеется, не позднее 1968 г.

3. До 1969 г. полностью устранить нефтяное загрязнение р. Невы и Невской губы, для чего:

а) на всех предприятиях Ленинграда, сбрасывающих в сточных водах нефтепродукты, поставить улавливающую их аппаратуру;

б) на самоходных и других судах водного транспорта построить емкости для сброса нефтепродуктов и других отходов, а на определенных местах на берегу — приемные пункты для них;

в) установить контроль за соблюдением работниками водного транспорта правительственных постановлений о запрещении сброса нефтепродуктов в водоемы и привлекать их к ответственности за нарушение.

4. Запретить хранение сплавленного леса в водоемах.

5. В связи с новыми достижениями науки и техники и происшедшими изменениями в технологии производства необходимо пересмотреть на ряде предприятий имеющуюся проектную документацию на строительство очистных сооружений и внести в нее необходимые изменения в свете современных требований.

6. Не допускать распыления средств, выделенных на строительство очистных сооружений, между многими предприятиями и сосредоточить их в первую очередь на тех предприятиях, сточные воды которых оказывают наиболее сильное отрицательное влияние на водоемы и рыбное хозяйство. В зависимости от этого установить и очередность строительства очистных и обезвреживающих установок на предприятиях города.

7. Построить за период 1970—1975 гг. общегородские сооружения по очистке (механической, химической, биологической) хозбытовых и промышленных сточных вод.

8. Прекратить вывоз нечистот из протоков и каналов в Невскую губу и вывозить их в глубь залива на глубины не менее 20 м, согласовав места сброса с Главсевзапрыбводом.

9. Севзапрыбводу и Северо-западной бассейновой инспекции Министерства мелиорации и водного хозяйства совместно с профсоюзными организациями организовать на предприятиях общественный контроль за выполнением руководством постановлений Правительства и местных советских и партийных органов по охране водоемов от загрязнения; создавать через печать, радио, телевидение отрицательное общественное мнение по отношению к нарушителям, практиковать обсуждение этих вопросов на партийных и общих собраниях трудящихся.

## ЛИТЕРАТУРА


Алекин О. А. 1954. Химический анализ вод суши. Л. : 1—199.

Алфимов Н. Н. и О. Г. Миронов. 1958. К вопросу о влиянии диатомового планктона реки на некоторые химические показатели загрязнения воды. Бот. журн. АН СССР, XI, III, 12 : 1763—1765.

Волохонцев Е. Н. 1904. Фитопланктон Невы. Приложение к работе Скорикова А. С. «Наблюдения над планктоном Невы». СПб. : 17—22.

Волохонцев Е. Н. 1909. Результаты бактериоскопических и бактериологических исследований, произведенных по поручению субкомиссии по исследованию Ладожского озера с июня 1905 г. по 16 марта 1906 г. СПб. : 97—114.

Гусев А. Г. 1950. Загрязнение рыбопромысловых водоемов лесосплавом. Вести. ЛГУ, 8 : 216—221.

Гусев А. Г. 1954. Краткая характеристика загрязнения р. Невы сточными водами. Фонд ГосНИОРХ.





Гусев А. Г. 1958. О загрязнении рыбохозяйственных водоемов Ленинградской области стоками промышленных вод. Фонд ГосНИОРХ.

Гусев А. Г. 1959. Характеристика загрязнения рыбохозяйственных водоемов Ленинградской области промышленными сточными водами и другими выбросами и мероприятия по его устранению. Фонд ГосНИОРХ.

Гуськова В. Н. 1958. Гигиеническая характеристика и состав воды внутренних рек и каналов Ленинграда. Л. : 5—22.

Жадин В. И. и А. Г. Родина. 1950. Биологические основы водоснабжения и очистка вод. Жизнь пресных вод СССР, III : 779—818.

Кастальская-Карзинкина М. 1935. Методика определения живых и отмерших компонентов планктона на фиксированном материале. Тр. Лимнол. станц. в Косино, 19 : 91—105.

Левин П. И. 1909. Физико-химические исследования воды Ладожского озера. СПб. : 1—46.

Лесников Л. А. 1959. Влияние промышленных сточных вод на планктон некоторых водоемов Ленинградской области. Фонд ГосНИОРХ.

Мосевич М. В. 1959. Влияние загрязнений на микробное население в водоемах Ленинградской области. Фонд ГосНИОРХ.

Нежиховский Р. А. 1955. Река Нева. Л. : 1—191.

Нечаева Н. Б. 1924. Исследование процесса денитрификации в р. Неве. Изв. Гос. гидрол. инст., 12 : 47—64.

Нечаева Н. Б. 1925. О некоторых бактериологических процессах в р. Неве. Тр. 1-го Всероссийского гидробиол. съезда : 517.

Подоба З. П. 1959. Влияние промышленных сточных вод на гидрохимический режим некоторых водоемов Ленинградской области. Фонд ГосНИОРХ.

Порецкий В. С. 1931. Наблюдения над диатомовыми планктона р. Б. Невки в 1923—1926 гг. Тр. Бот. сада АН СССР, XI—IV : 245—348.

Раскина Е. Е. 1957. Фитопланктон р. Невы и его влияние на работу Ленинградских водопроводных станций. Тр. проблемн. и темат. совещаний ЗИН АН СССР, VII : 200—206.

Салимовская-Родина А. Г. 1940. К мобилизации фосфатов в водоеме. Микробиология, IX, 5 : 471—479.

Скориков А. С. 1904. О летнем планктоне р. Невы и части Ладожского озера. Вести. рыбопромышленности, СПб. : 55—75.

Скориков А. С. 1910. К фауне Невской губы и окрестных вод о-ва Котлина. Ежегодн. Зоол. музея Акад. наук, XV, 4 : 474—490.

Щеголев В. Д. 1959. Влияние промышленных сточных вод на бентос некоторых водоемов Ленинградской области. Фонд ГосНИОРХ.

Hawkes H. A. 1957. Biological aspects of river pollution. Chapter 8, in: «Aspects of river pollution» by Louis Klein with chapters by J. R. E. Jones and H. A. Hawkes. London : 20—35.

Smith F. E. 1963. Population dynamics in *Daphnia magna* and a new model for population growth. Ecology, 44, 4 : 17—30.

## Данные анализа вод р. Невы (октябрь 1957 г.)

| Место взятия пробы | Дата | № станции | Глубина, в м | Грунт | Цвет воды | Прозрачность, в м | Температура воды, в ° | Горизонт | pH | Свободная углекислота, в мг/л $CO_2$ | Содержание кислорода | | $БПК_5$, в мг$O_2$/л |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | мг/л | % насыщения | |
| **Створ I** | | | | | | | | | | | | | |
| р. Нева, около Петрокрепости, правый исток из Ладожского озера, фарватер. | 23 X | 57 | 7.0 | Камни, валуны, плотный песок | Желтоватый | 2.0 | 5.8 | Дно | 7.0 | 1.1 | 11.84 | 93.67 | 1.07 |
| | | 57 | | | | | 5.9 | Поверхность | 7.0 | 1.1 | 11.84 | 93.89 | 1.07 |
| р. Нева, ниже Ладожских каналов, левый берег. | 23 X | 58 | 7.0 | Камни | » | 2.0 | 5.8 | Дно | 7.0 | 1.1 | 11.84 | 93.67 | 0.25 |
| | | 58 | | | | | 5.8 | Поверхность | 7.05 | 1.1 | 11.16 | 88.19 | 1.54 |
| **Створ II** | | | | | | | | | | | | | |
| р. Нева, ниже 8-й ГЭС, около домостроительного комбината, в 30 м от правого берега. | 23 X | 59 | 8.0 | Ил | » | 1.5 | 5.7 | Дно | 7.1 | 1.65—2.2 | 11.36 | 89.66 | 0.0 |
| | | 59 | | | | | 5.6 | Поверхность | 7.1 | 2.2 | 12.00 | 94.48 | 1.23 |
| То же, середина. | 23 X | 60 | 13.0 | Крупный песок, подстилаются валуны | » | 1.9 | 5.7 | Дно | 7.15 | 1.65 | 11.84 | 93.44 | 1.07 |
| | | 60 | | | | | 5.6 | Поверхность | 7.15 | 1.65 | 11.84 | 93.22 | 1.07 |
| р. Тосна, устье около моста, фарватер. | 24 X | 61 | 6.0 | Крупный песок, с кирпичневым детритом | Бурый | 0.55 | 5.6 | Дно | 6.8 | 5.5 | 10.08 | 79.37 | 2.0 |
| | | 61 | | | | | 5.6 | Поверхность | 6.8 | 5.5 | 10.24 | 80.62 | 1.84 |
| р. Нева, в 0.5 км ниже устья р. Тосны, в 100 м от левого берега. | 24 X | 62 | 8.0 | Каменистый | Желтоватый | 1.6 | 5.8 | 4 м | 7.25 | 1.1 | 11.84 | 93.67 | 1.02 |
| р. Нева, около ст. Понтонной, в 50 м от левого берега. | 24 X | 63 | 6.8 | » | » | 1.1 | 5.9 | Поверхность | 7.2 | 1.65 | 12.00 | 95.16 | 1.50 |
| | | 63 | | | | — | 5 9 | Дно | 7.25 | 1.1 | 11.84 | 93.89 | 0.53 |
| р. Ижора, устье, середина, около моста. | 24 X | 64 | 6.0 | Ил темно-серый, с песком и нефтью | Грязно-желтый | 0.6 | 6.6 | Поверхность | 7.82 | 6.6 | 10.08 | 81.22 | 3.13 |
| | | 64 | | | | 0.6 | 6.6 | Дно | 7.82 | 6.6 | 10.08 | 81.22 | 2.97 |
| р. Нева, ниже устья р. Ижоры, в 0.5 м около мыса, в 100 м от левого берега. | 24 X | 65 | 12.0 | Каменистый | Желтоватый | 1.8 | 5.9 | Поверхность | 7.25 | 1.65 | 11.68 | 92.62 | 1.18 |
| | | 65 | | | | | 5.9 | Дно | 7.25 | 1.1 | 11.68 | 92.62 | 0.7 |
| р. Славянка, устье, около моста, фарватер. | 24 X | 66 | 4.5 | Серый ил, жидкий с примесью песка | Грязно-желтый | 1.0 | 6.0 | Поверхность | 7.3 | 4.4 | 11.04 | 87.75 | 2.16 |
| | | 66 | | | | — | 6.0 | Дно | 7.5 | 1.37 | 6.24 | 49.60 | 2.20 |
| р. Нева, в 0.5 км ниже устья р. Славянки, в 60—70 м от левого берега. | 24 X | 67 | 7.5 | Каменистый | Желтоватый | 1.7 | 6.0 | Дно | 7.3 | 1.65 | 11.68 | 92.84 | 1.02 |
| | | 67 | | | | | 6.0 | Поверхность | 7.3 | 1.65 | 11.84 | 94.11 | 1.34 |
| **Створ III** | | | | | | | | | | | | | |
| р. Нева, у пос. Рыбацкого, в 30 м от левого берега. | 26 X | 68 | 6.5 | Песок с детритом | » | 0.95 | 5.5 | Дно | 7.25 | 1.65 | 11.75 | 92.30 | 1.32 |
| То же, середина. | 26 X | 69 | 12.0 | Каменистый | » | 1.0 | 5.6 | » | 7.25 | 1.65 | 11.75 | 92.51 | 1.32 |
| | | 69 | | | | — | 5.6 | Поверхность | 7.25 | 1.65 | 11.91 | 93.77 | 0.68 |
| То же, правый берег. | 26 X | 70 | 6.0 | Галька | » | 0.70 | 5.6 | Дно | 7.25 | 1.65 | 11.10 | 87.40 | 0.19 |

Приложение 1 (*продолжение*)

| Место взятия пробы | Окисляемость, в мгО/л | Аммиак, в мг/л $NH_4'$ | Нитриты, в мг/л $NO_2'$ | Хлориды, в мг/л $Cl'$ | Сульфаты, в мг/л $SO_4''$ | Гидрокарбонаты, в мг/л $HCO_3'$ | Фосфор, в мг/л P | Общее железо, в мг/л | Жесткость, в немецких градусах | Кальций, в мг/л $Ca^{..}$ | Магний, в мг/л $Mg^{..}$ | Сухой остаток, в мг/л | Прокаленный остаток, в мг/л | Потери при прокаливании | Нефтепродукты: в воде, в мг/л | Нефтепродукты: в грунте, в мг на 100 г |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Створ I** | | | | | | | | | | | | | | | | |
| р. Нева, около Петрокрепости, правый исток из Ладожского озера, фарватер. | 9.11 | 0.25 | Нет | 5.88 | 6.0 | 36.6 | 0.015 | Нет | 1.68 | 8.0 | 2.4 | 61.05 | 27.70 | 33.35 | 0.1 | Нет |
| | 8.37 | 0.25 | » | 5.88 | 6.0 | 35.0 | 0.018 | 0.08 | 1.68 | 8.0 | 2.4 | 59.21 | 26.90 | 32.31 | Нет | — |
| р. Нева, ниже Ладожских каналов, левый берег. | 8.83 | 0.25 | » | 6.37 | 6.0 | 35.0 | — | — | 1.68 | 8.0 | 2.4 | 62.65 | 25.70 | 36.95 | » | Нет |
| | 8.37 | 0.25 | » | 6.37 | 6.0 | 35.0 | — | — | 1.62 | 8.0 | 2.16 | 62.04 | 28.57 | 33.47 | » | — |
| **Створ II** | | | | | | | | | | | | | | | | |
| р. Нева, ниже 8-й ГЭС, около домостроительного комбината, в 30 м от правого берега. | 8.37 | 0.25 | » | 6.37 | 6.0 | 36.6 | 0.019 | 0.08 | 1.73 | 8.0 | 2.64 | 61.2 | 25.2 | 36.0 | » | 2.5 |
| | 8.37 | 0.25 | » | 5.88 | 6.0 | 33.5 | 0.019 | 0.08 | 1.68 | 8.0 | 2.40 | 58.70 | 25.25 | 33.44 | » | — |
| То же, середина. | 8.68 | 0.25 | » | 6.37 | 6.0 | 33.5 | 0.016 | 0.08 | 1.68 | 8.0 | 2.40 | 59.60 | 28.0 | 31.60 | 0.1 | Нет |
| | 8.37 | 0.25 | » | 6.37 | 6.0 | 35.0 | 0.019 | 0.08 | 1.68 | 8.0 | 2.40 | 56.0 | 26.99 | 29.01 | Нет | — |
| р. Тосна, устье около моста, фарватер. | 38.07 | 5.00 | » | 6.37 | 6.0 | 38.1 | Нет | 3.0 | 1.68 | 8.0 | 2.40 | 129.1 | 43.48 | 85.62 | » | 40 |
| | 38.85 | 4.5 | » | 5.88 | 6.0 | 35.0 | » | 3.0 | 1.68 | 8.0 | 2.40 | 120.85 | 38.90 | 81.95 | » | — |
| р. Нева, в 0.5 км ниже устья р. Тосны, в 100 м от левого берега. | 7.90 | 0.25 | » | 6.37 | 6.0 | 33.5 | — | 1.0 | 1.68 | 8.0 | 2.40 | 58.14 | 26.80 | 31.34 | » | — |
| р. Нева, около ст. Понтонной, в 50 м от левого берега. | 9.92 | 0.25 | » | 6.37 | — | 33.5 | — | — | 1.65 | 7.82 | 2.47 | 124.0 | 70.0 | 84.0 | Пленка 0.8 | — |
| | 9.92 | 0.25 | » | 6.86 | — | 33.5 | — | — | 1.65 | 8.01 | 2.36 | 56.0 | 24.4 | 31.6 | Нет | Нет |
| р. Ижора, устье, середина, около моста. | 16.31 | 2.0 | 0.1 | 9.84 | — | 256.2 | 0.051 | 1.0 | 12.74 | 51.50 | 24.70 | 295.6 | 13.04 | 105.2 | » | — |
| | 17.87 | 2.0 | 0.15 | 9.84 | — | 256.2 | 0.050 | 1.56 | 13.28 | 49.6 | 28.3 | 279.2 | 179.2 | 100.0 | 0.05 | 313 |
| р. Нева, ниже устья р. Ижоры, в 0.5 м около мыса, в 100 м от левого берега. | 8.68 | 0.25 | Нет | 6.37 | — | 36.60 | — | — | 2.28 | 8.01 | 5.19 | 59.55 | 24.88 | 34.67 | Нет | — |
| | 8.37 | 0.25 | » | 6.37 | — | 33.55 | — | — | 1.65 | 8.01 | 2.36 | 58.80 | 26.0 | 32.8 | » | Нет |
| р. Славянка, устье, около моста, фарватер. | 7.70 | 0.5 | 0.001 | 7.84 | — | 32.02 | 0.034 | 0.16 | 2.71 | 12.97 | 4.01 | 76.4 | 39.2 | 37.2 | » | — |
| | 11.65 | 10.0 | 0.2 | 30.87 | — | 213.15 | 0.34 | 1.4 | 13.16 | 61.04 | 10.85 | 334.0 | 227.2 | 107.8 | » | 40 |
| р. Нева, в 0.5 км ниже устья р. Славянки, в 60—70 м от левого берега. | 38.07 | 0.25 | Нет | 6.37 | — | 38.12 | — | — | 1.73 | 8.77 | 2.24 | 70.0 | 32.8 | 37.2 | » | Нет |
| | 39.54 | 0.25 | » | 6.37 | — | 38.12 | — | — | 1.73 | 9.16 | 2.00 | 69.20 | 29.60 | 39.6 | » | — |
| **Створ III** | | | | | | | | | | | | | | | | |
| р. Нева, у пос. Рыбацкого, в 30 м от левого берега. | 10.83 | 0.25 | » | 6.43 | — | 42.70 | 0.019 | 0.08 | 1.52 | 10.88 | 1.65 | 76.80 | 36.0 | 40.8 | » | 5.0 |
| То же, середина. | 9.53 | 0.25 | » | 5.94 | — | 38.12 | 0.02 | 0.16 | 1.63 | 9.33 | 1.41 | 80.16 | 32.4 | 47.76 | » | Нет |
| | 9.86 | 0.25 | 0.001 | 6.43 | — | 39.65 | 0.019 | 0.16 | 1.74 | 9.33 | 1.88 | 68.4 | 27.4 | 41.0 | 0.8 | — |
| То же, правый берег. | 9.05 | 0.25 | 0.001 | 5.94 | — | 39.65 | 0.018 | — | 1.68 | 8.94 | 1.88 | 67.2 | 28.4 | 38.8 | Нет | — |

Данные анализа

| Место взятия пробы | Дата | № станции | Глубина, в м | Грунт |
|---|---|---|---|---|
| р. Нева, ниже з-да «Большевик», левый берег. | 26 X | 71 | 7.0 | — |
| | | 71 | — | — |
| р. Нева, выше ф-ки им. Володарского, левый берег. | 26 X | 72 | 5.0 | — |
| | | 72 | — | — |
| р. Нева, ниже стоков ф-ки им. Володарского, в 10—15 м от берега. | 26 X | 73 | 1.6 | Песок |
| | | 73а | 4.0 | » |
| р. Нева, в 80 м ниже перевоза, ниже стоков к-та им. Тельмана, в 10—15 м от берега. | 26 X | 74 | 1.6 | Ил, местами мазут |
| | | 74а | 4.0 | То же |
| р. Нева, ниже стоков вагоноремонтного з-да, в 30 м от левого берега. | 26 X | 75 | 5.5 | Песок, местами от |
| | | 75 | | ния мазута |
| р. Нева, ниже мыловаренного з-да, в 30 м от левого берега. | 26 X | 76 | 8.0 | — |
| р. Нева, ниже текстильных предприятий, в 30 м от левого берега. | 26 X | 77 | 6.5 | Галька, песок, нефт |
| | | 77 | | |
| р. Нева, ниже стоков з-да им. Ленина, в 30 м от левого берега. | 26 X | 78 | | Песок, есть нефть |
| | | 78 | | — |
| р. Нева, ниже химического з-да, в 10 м от правого берега. | 26 X | 79 | 4.0 | Каменистый? |
| | | 79 | | |
| | | | — | — |
| **Створ IV** | | | | |
| р. Нева, в 150—200 м выше Финляндского моста, в 10 м от правого берега. | 26 X | 80 | 2.0 | Ил с песком и нефте |
| | | | | дуктами |
| То же, середина. | | 81 | 11.0 | — |
| То же, левый берег. | 26 X | 81 | — | — |
| р. Б. Охта, устье. | 26 X | 82 | 3.5 | Песок |
| То же, середина. | 31 X | 83 | 4.1 | Ил с запахом керос |
| р. Нева, в 100 м ниже устья р. Б. Охта, в 50—60 м от правого берега. | 31 X | 83 | — | — |
| | 31 X | 84 | 10.0 | — |
| | | 84 | — | — |





р. Невы (октябрь 1957 г.)

| Цвет | Прозрачность, в м | Температура воды, в ° | Горизонт | pH | Свободная углекислота, в мг/л $CO_2$ | Содержание кислорода | | БПК$_5$, в мг$O_2$/л | Окисляемость, в мгО/л |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | мг/л | % насыщения | | |
| Желтовато-грязный | 0.75 | 5.9 | Поверхность | 7.2 | 1.65 | 12.89 | 102.22 | 2.63 | 10.34 |
| То же | — | 5.9 | Дно | 7.2 | 1.65 | 11.59 | 91.91 | 4.85 | 10.34 |
| » » | 0.60 | 5.6 | Дно | 7.25 | 1.65 | 11.42 | 89.92 | 2.18 | 10.66 |
| » » | — | 5.6 | Поверхность | 7.25 | 1.65 | 11.75 | 92.51 | 2.45 | 9.69 |
| » » | 0.9 | 6.4 | 0.75 | Ниже 6.0 | 1.76 | 11.63 | 93.93 | 2.67 | 10.24 |
| Желтоватый | 1.6 | 6.3 | 1.0 | 7.2 | 1.1 | 11.80 | 94.47 | 0.76 | 8.38 |
| Желто-грязный | 0.80 | 6.4 | 0.75 | 7.2 | 2.2 | 11.31 | 90.77 | 6.03 | 10.86 |
| » | 1.25 | 6.4 | 1.0 | 7.15 | 2.2 | 11.96 | 95.98 | 3.00 | 10.24 |
| Желтоватый | 1.25 | 6.4 | Дно | 7.25 | 1.65 | 11.63 | 93.93 | 2.19 | 10.24 |
| | | 6.4 | Поверхность | 7.3 | 2.2 | 11.31 | 90.77 | 1.23 | 10.08 |
| » | 1.30 | 6.4 | 1.0 | 7.25 | 1.65 | 11.63 | 93.93 | 1.87 | 9.62 |
| » | 1.25 | 6.4 | Дно | 7.3 | 2.2 | 11.63 | 93.93 | 1.71 | 9.3 |
| | | 6.4 | Поверхность | 7.3 | 2.2 | 11.31 | 90.77 | 1.39 | 9.31 |
| Желтый | 0.9 | 6.5 | Дно | 7.25 | 1.65 | 11.63 | 93.56 | 2.83 | 9.47 |
| — | | 6.5 | Поверхность | 7.20 | 1.65 | 10.83 | 87.12 | | 8.22 |
| Желтовато-грязный | 1.20 | 6.4 | Дно | 6.6 | 8.25 | 11.63 | 93.33 | 1.71 | 9.93 |
| — | — | 6.9 | Поверхность | 6.5 | 14.85 | 11.31 | 91.80 | 1.55 | 9.16 |
| Желтовато-грязный | 1.1 | 6.4 | 0.75 | 6.99 | 2.2 | 11.63 | 93.93 | 1.86 | 9.00 |
| Желтоватый | 1.8 | 6.4 | Дно | 7.3 | 2.2 | 9.21 | 73.91 | — | 8.38 |
| — | — | 6.4 | Поверхность | 7.3 | 2.2 | 11.95 | 95.90 | 1.71 | 8.07 |
| Желтоватый | 1.15 | 6.4 | 1.0 | 7.0 | 5.5 | 11.31 | 90.77 | 2.35 | 9.31 |
| Бурый | 0.25 | 6.6 | Дно | 6.5 | 12.65 | 7.54 | 60.75 | 3.38 | 17.84 |
| — | — | 6.6 | Поверхность | 6.5 | 13.75 | 7.69 | 61.96 | 5.61 | 17.84 |
| Желто-грязный | 0.8 | 6.5 | Дно | 6.7 | 6.05 | 10.26 | 82.54 | 2.44 | 11.79 |
| — | — | 6.5 | Поверхность | 6.85 | 4.95 | 10.59 | 85.19 | 2.75 | 10.86 |

Приложение 2 (*продолжение*)

| Место взятия пробы | Аммиак, в мг/л $NH_4$ | Нитриты, в мг/л $NO_2$ | Хлориды, в мг/л Cl' | Гидрокарбонаты, в мг/л $HCO_3'$ | Сероводород | Общее железо, в мг/л | Жесткость, в немецких градусах | Кальций, в мг/л $Ca^{..}$ | Магний, в мг/л $Mg^{..}$ | Сухой остаток, в мг/л | Прокаленный остаток, в мг/л | Потери при прокаливании | Нефтепродукты: в воде, в мг/л | Нефтепродукты: в грунте, в мг на 100 г |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| р. Нева, ниже з-да «Большевик», левый берег. | 0.25<br>0.25 | 0.0015<br>0.0015 | 5.94<br>6.43 | 38.12<br>41.17 | —<br>— | —<br>— | 1.95<br>1.95 | 10.10<br>9.72 | 2.36<br>2.59 | 78.4<br>78.8 | 51.2<br>36.4 | 27.2<br>42.4 | Пленка<br>0.2 | Нет<br>— |
| р. Нева, выше ф-ки им. Володарского, левый берег. | 0.25<br>0.27 | 0.0015<br>0.0015 | 5.94<br>6.43 | 38.12<br>38.12 | —<br>— | —<br>— | 2.00<br>1.90 | 10.49<br>10.49 | 2.36<br>1.88 | 82.8<br>75.6 | 36.0<br>31.2 | 46.8<br>44.4 | Нет<br>» | Нет<br>— |
| р. Нева, ниже стоков ф-ки им. Володарского, в 10—15 м от берега. | 0.1<br>0.1 | 0.001<br>0.001 | 6.43<br>6.43 | 16.77<br>51.85 | —<br>— | —<br>— | 1.74<br>1.74 | 8.55<br>9.33 | 2.36<br>1.88 | 75.2<br>67.6 | 38.4<br>28.0 | 36.8<br>39.6 | »<br>0.05—0.2 | 40<br>11730 |
| р. Нева, в 80 м ниже перевоза, ниже стоков к-та им. Тельмана, в 10—15 м от берега. | 0.1<br>0.1 | 0.002<br>0.001 | 6.93<br>6.43 | 38.12<br>36.60 | —<br>— | —<br>— | 1.74<br>1.90 | 8.94<br>8.94 | 2.12<br>2.83 | 72.0<br>90.4 | 32.8<br>40.4 | 39.2<br>50.0 | Нет<br>0.1 | —<br>— |
| р. Нева, ниже стоков вагоноремонтного з-да, в 30 м от левого берега. | 0.1<br>0.1 | Нет<br>» | 6.43<br>6.43 | 38.12<br>36.60 | —<br>— | —<br>— | 1.68<br>2.00 | 9.72<br>10.10 | 1.41<br>2.83 | 73.2<br>64.0 | 29.2<br>32.8 | 44.0<br>31.2 | Нет<br>0.1 | 156<br>— |
| р. Нева, ниже мыловаренного з-да, в 30 м от левого берега. | 0.1 | » | 6.43 | 36.00 | — | — | 1.79 | 9.33 | 2.12 | 91.2 | 26.0 | 65.2 | Пленка<br>0.4—0.8<br>0.1 | — |
| р. Нева, ниже текстильных предприятий, в 30 м от левого берега. | 0.1<br>0.1 | 0.001<br>0.001 | 6.93<br>5.44 | 35.07<br>38.12 | —<br>— | —<br>— | 1.85<br>2.39 | 9.33<br>8.94 | 3.01<br>4.95 | 72.8<br>73.6 | 30.40<br>34.0 | 42.4<br>39.6 | 0.4<br>Нет | Нет<br>— |
| р. Нева, ниже стоков з-да им. Ленина, в 30 м от левого берега. | 0.1<br>0.1 | 0.001<br>0.001 | 6.43<br>6.93 | 38.12<br>36.60 | —<br>— | —<br>— | 2.00<br>2.00 | 9.72<br>10.10 | 2.83<br>2.59 | 76.0<br>88.0 | 39.6<br>33.6 | 36.4<br>54.4 | 0.15<br>0.2 | 20.0<br>— |
| р. Нева, ниже химического з-да, в 10 м от правого берега. | 0.1<br>0.1 | 0.002<br>0.01 | 9.40<br>8.41 | 35.07<br>24.40 | —<br>— | —<br>— | 2.44<br>2.11 | 10.88<br>9.72 | 4.01<br>3.30 | 80.0<br>79.2 | 36.4<br>36.0 | 43.6<br>43.2 | 0.15<br>Нет | Нет<br>— |
| **Створ IV** | | | | | | | | | | | | | | |
| р. Нева, в 150—200 м выше Финляндского моста, в 10 м от правого берега. | 0.1<br>0.1 | 0.001<br>Нет | 7.92<br>5.94 | 35.07<br>35.07 | —<br>0.015 | —<br>0.08 | 1.95<br>1.74 | 10.10<br>9.33 | 2.36<br>1.88 | 79.2<br>64.0 | 29.6<br>28.8 | 49.6<br>35.2 | 0.1—0.2<br>Нет | 2500<br>Нет |
| То же, середина. | 0.1 | 0.001 | 5.94 | 36.60 | 0.018 | 0.08 | 1.74 | 8.55 | 2.36 | 75.2 | 29.6 | 45.6 | » | — |
| То же, левый берег. | 0.1 | 0.001 | 6.43 | 35.07 | — | — | 1.90 | 10.10 | 2.12 | 88.8 | 36.0 | 52.8 | 0.2 | Нет |
| р. Б. Охта, устье. | 0.2 | 0.1 | 24.25 | 38.12 | 0.0942 | 3.32 | 4.56 | 21.38 | 6.79 | 238.4 | 151.2 | 87.2 | Нет | 313 |
| То же, середина. | 5.0 | 0.1 | 22.27 | 36.60 | 0.084 | — | 4.60 | 19.40 | 8.25 | 245.2 | 160.0 | 85.2 | 0.4 | — |
| р. Нева, в 100 м ниже устья р. Б. Охта, в 50—60 м от правого берега. | 5.0<br>0.5 | 0.01<br>0.01 | 10.89<br>10.89 | 38.12<br>36.60 | —<br>— | —<br>— | 2.71<br>2.44 | 12.43<br>11.66 | 4.25<br>3.54 | 128.4<br>104.8 | 57.6<br>50.0 | 70.8<br>54.8 | Нет<br>» | Нет<br>— |

Данные анализа воды р. Не

Приложение 3

(октябрь—ноябрь 1957 г.)

| Место взятия проб | Дата | № станции | Глубина, в м | Грунт | Цвет | Прозрачность, в м | Температура, воды, в ° | Горизонт | pH | Свободная углекислота, в мг/л $CO_2$ | Содержание кислорода | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | мг/л | % насыщения |
| р. Нева, ниже стоков з-да «Красный Выборжец», в 20 м от правого берега. | 31 X | 85 | 6.2 | На дне топляки | Желтоватый | 1.25 | 6.4 | Дно | 7.1 | 3.3 | 11.39 | 91.41 |
| | | 85 | — | — | — | — | 6.4 | Поверхность | 7.1 | 3.85 | 11.07 | 88.84 |
| р. Нева, ниже стоков металлургического завода, в 20 м от правого берега. | 31 X | 86 | 12.0 | Песок с галькой | Желтовато-грязный | 0.95 | 6.6 | Дно | 7.1 | 2.2 | 11.39 | 91.78 |
| | | 86 | — | — | — | — | 6.6 | Поверхность | 7.1 | 2.75 | 11.55 | 93.07 |
| р. Нева, ниже з-да им. Свердлова, у правого берега. | 31 X | 87 | 20.0 | Неизвестно | Желтоватый | Неизвестно (относ.) | 6.4 | 8.0 | 7.15 | 1.65 | 11.39 | 91.41 |
| | | 87 | — | — | — | | 6.4 | Поверхность | 7.15 | 1.65 | 11.55 | 92.69 |
| р. Нева, в р-не городского водозабора, левый берег. | 31 X | 88 | 1.8 | Ил, имеется нефть | Желтовато-грязный | 0.7 | 6.5 | — | 7.15 | 1.65 | 10.91 | 87.77 |
| **Створ V** | | | | | | | | | | | | |
| р. Нева, в 0.5 км выше Литейного моста, в 50—60 м от правого берега. | 31 X | 89 | 13.5 | Песок | Желтоватый | 1.4 | 6.4 | Дно | 7.15 | 1.65 | 11.23 | 98.15 |
| | | 89 | — | — | — | — | 6.5 | Поверхность | 7.15 | 1.65 | 8.98 | 72.24 |
| То же, в 50 м от левого берега. | 31 X | 90 | 13.0 | Песок | Желтовато-грязный | 1.1 | 6.5 | Дно | 7.15 | 2.2 | 8.34 | 67.09 |
| | | 90 | | | | | 6.5 | Поверхность | 7.15 | 2.2 | 10.91 | 87.70 |
| р. Мойка, устье, середина. | 10 XI | 91 | 4.5 | Ил с песком и отбросами нефти | Желтоватый | 1.5 | 5.8 | Дно | 7.0 | 3.85 | 11.37 | 89.90 |
| | | 91 | | | | | 5.8 | Поверхность | 7.0 | 3.85 | 11.07 | 85.57 |
| р. Нева, в 50 м выше устья р. Фонтанки, левый берег. | 10 XI | 92 | 13.0 | Ил | » | 1.3 | 5.7 | Дно | 7.05 | 2.2 | 11.04 | 87.13 |
| | | 92 | | | | | 5.7 | Поверхность | 7.10 | 2.2 | 11.37 | 89.73 |
| р. Фонтанка, в 150 м от ее устья, середина. | 10 XI | 93 | 4.0 | Заиленный песок | Желтовато-грязный | 0.9 | 5.8 | Дно | 6.99 | 4.4 | 9.91 | 78.40 |
| | | 93 | | | | | 5.7 | Поверхность | 6.99 | 4.95 | 10.07 | 79.47 |
| **Створ VI** | | | | | | | | | | | | |
| р. Нева, в устье против причала торгового порта, левый берег. | 10 XI | 94 | 4.0 | То же | Желтоватый | 1.6 | 5.8 | Дно | 7.15 | 2.2 | 13.15 | 104.03 |
| | | 94 | | | | | 5.8 | Поверхность | 7.15 | 2.75 | 11.69 | 92.48 |
| То же, середина. | 10 XI | 95 | 12.0 | Неизвестно | » | 1.5 | 5.7 | Дно | 7.15 | 2.2 | 12.02 | 94.86 |
| | | 95 | | | | | 5.7 | Поверхность | 7.15 | 2.75 | 11.69 | 92.26 |
| Там же, в 50 м от правого берега. | 10 XI | 96 | 9.0 | Ил серый, есть нефть | » | 1.65 | 5.7 | Дно | 7.5 | 1.65 | 11.85 | 93.52 |
| | | 96 | | | | | 5.7 | Поверхность | 7.6 | 1.1 | 11.53 | 91.00 |

Приложение 3 (*продолжение*)

| Место взятия пробы | БПК$_5$, в мгО$_2$/л | Окисляемость, в мгО/л | Аммиак, в мг/л $NH_4'$ | Нитриты, в мг/л $NO_2'$ | Хлориды, в мг/л, $Cl'$ | Растворенный кислород, в мг/л | Фосфор, в мг/л, P | Общее железо, в мг/л | Жесткость, в немецких градусах | Кальций, в мг/л $Ca^{..}$ | Магний, в мг/л $Mg^{..}$ | Сухой остаток, в мг/л | Прокаленный остаток, в мг/л | Потери при прокаливании | Нефтепродукты: в воде, в мг/л | Нефтепродукты: в грунте, в мг на 100 г |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| р. Нева, ниже стоков з-да «Красный Выборжец», в 20 м от правого берега. | 2.27 | 9.62 | 0.2 | Нет | 6.43 | [illegible] | — | — | 2.49 | 12.43 | 3.30 | 98.4 | 42.8 | 55.6 | Нет | Нет |
| | 1.31 | 9.62 | 0.2 | 0.001 | 13.86 | [illegible] | — | — | 4.06 | 10.88 | 2.36 | 86.8 | 32.4 | 54.4 | » | — |
| р. Нева, ниже стоков металлургического завода, в 20 м от правого берега. | — | 9.31 | 0.2 | Нет | 6.43 | [illegible] | — | — | 1.74 | 10.10 | 2.83 | 80.0 | 43.2 | 36.8 | 0.2 | Нет |
| | — | 9.31 | 0.2 | » | 6.43 | [illegible] | — | — | 2.06 | 8.94 | 3.53 | 86.0 | 40.0 | 46.0 | 0.05 | — |
| р. Нева, ниже з-да им. Свердлова, у правого берега. | — | 8.69 | 0.2 | » | 5.94 | [illegible] | — | — | 1.74 | 10.49 | 4.01 | 72.0 | 36.8 | 35.2 | Нет | Нет |
| | — | 9.16 | 0.2 | » | 5.94 | [illegible] | — | — | 1.90 | 9.72 | 2.36 | 64.0 | 32.2 | 31.8 | » | — |
| р. Нева, в р-не городского водозабора, левый берег. | — | 9.00 | 0.4 | 0.002 | 6.93 | [illegible] | — | — | 1.79 | 10.10 | 1.65 | 89.6 | 38.8 | 50.8 | 0.1 | 313.0 |
| **Створ V** | | | | | | | | | | | | | | | | |
| р. Нева, в 0.5 км выше Литейного моста, в 50—60 м от правого берега. | — | 9.00 | 0.2 | Нет | 6.43 | [illegible] | 0.0177 | 0.16 | 1.85 | 9.72 | 2.83 | 94.4 | 41.2 | 53.2 | Нет | Нет |
| | — | 9.16 | 0.2 | » | 6.43 | [illegible] | 0.0192 | 0.3 | 1.90 | 10.88 | 2.36 | 71.2 | 37.2 | 34.0 | » | — |
| То же, в 50 м от левого берега. | — | 9.16 | 0.2 | » | 5.94 | [illegible] | 0.027 | 0.16 | 1.74 | 9.72 | 1.65 | 78.8 | 39.6 | 39.2 | » | 80 |
| | — | 9.78 | 0.2 | » | 5.94 | [illegible] | 0.027 | 0.3 | | | | 78.4 | 29.0 | 50.4 | » | — |
| р. Мойка, устье, середина. | 4.23 | 8.97 | 2.5 | Меньше 0.002 | 7.42 | [illegible] | — | 0.12 | 1.74 | 9.29 | 1.88 | 74.8 | 22.0 | 52.8 | » | 313.0 |
| | 4.22 | 8.58 | 3.0 | 0.002 | 7.92 | [illegible] | — | 0.12 | 1.79 | 9.29 | 2.12 | 88.8 | 28.8 | 60.0 | » | — |
| р. Нева, в 50 м выше устья р. Фонтанки, левый берег. | 4.16 | 11.08 | 2.5 | 0.002 | 7.42 | [illegible] | — | 0.12 | 1.95 | 10.84 | 1.88 | 55.6 | 11.6 | 44.0 | » | 1250.0 |
| | 3.90 | 10.61 | 1.5 | Меньше 0.002 | 7.42 | [illegible] | — | 0.16 | 1.79 | 9.29 | 2.12 | 80.8 | 30.4 | 50.4 | 0.15 | — |
| р. Фонтанка, в 150 м от ее устья, середина. | 1.59 | 13.73—13.57 | 5.0 | 0.001 | 8.41 | [illegible] | — | 0.16 | 2.17 | 10.45 | 3.10 | 90.0 | 38.8 | 51.2 | Нет | Нет |
| | 8.77 | 11.57 | 5.0 | 0.001 | 9.40 | [illegible] | — | 1.34 | 2.28 | 10.84 | 3.30 | 88.8 | 42.8 | 46.0 | 0.1 | — |
| **Створ VI** | | | | | | | | | | | | | | | | |
| р. Нева, в устье против причала торгового порта, левый берег. | 2.59 | 10.29 | 0.5 | Нет | 5.94 | [illegible] | — | 0.12 | 1.79 | 8.90 | 2.36 | 74.0 | 26.8 | 47.2 | Нет | 80.0 |
| То же, середина. | 1.79 | 9.67 | 0.5 | 0.001 | 6.43 | [illegible] | — | 0.12 | 1.74 | 9.67 | 1.65 | 70.4 | 25.2 | 45.2 | 0.15 | — |
| Там же, в 50 м от правого берега. | 0.98 | 9.20 | 0.25 | Нет | 6.43 | [illegible] | — | 0.12 | 1.74 | 9.29 | 1.88 | 65.2 | 25.6 | 39.6 | Нет | Нет |
| | 0.97 | 8.89 | 0.25 | » | 6.43 | [illegible] | — | 0.12 | 1.79 | 8.90 | 2.36 | 62.0 | 25.6 | 36.4 | » | — |
| | 1.95 | 9.94 | 0.25 | » | 7.42 | [illegible] | — | 0.16 | 1.95 | 10.45 | 2.12 | 85.2 | 27.6 | 57.6 | » | 313.0 |
| | 1.79 | 10.29 | 0.25 | » | 8.41 | [illegible] | — | 0.16 | 2.00 | 10.45 | 2.36 | 69.6 | 27.6 | 42.0 | » | |

Данные анализа в

| Место взятия пробы | Дата | № станции | Глубина, в м | Грунт |
|---|---|---|---|---|
| **Створ VII** | | | | |
| р. М. Нева, устье, левый берег, в 10—15 м от берега. | 12 XI | 97 | 4.8 | Заиленный серый п |
| | | 97 | — | и древесная кор |
| То же, правый берег, в 30—40 м от берега. | | 98 | 4.6 | — |
| | | 98 | — | Битый кирпич, гвоз |
| р. М. Нева, в 10 м от правого берега ниже стоков ГИПХа. | | 99 | 4.3 | — |
| | | 99 | — | Красный песок, куск |
| р. М. Невка, устье, середина. | | 100 | 5.0 | каменного угля |
| | | 100 | — | Желтый, заиленный п |
| **Створ VIII** | | | | сок |
| Устье р. Б. Невки и Ср. Невки, левый берег (напротив Ср. Невки, в 60 м от берега). | 13 XI | 101 | 6.0 | — |
| | | 101 | — | Заиленный песок с |
| Правый берег (напротив Б. Невки), около паркетного завода, в 50 м от берега. | | 102 | 3.0 | слизью |
| | | 102 | — | — |
| р. Карповка, на выходе в р. М. Невку. | | 103 | 1.0 | Ил с нефтью |
| р. Карповка, в 100—150 м выше ст. 103, середина. | | 104 | 1.5 | — |
| Черная речка, выше моста в 50 м, устье середина, | | 105 | 3.0 | Кора топляка<br>Ил, топляк, кора<br>Ил с нефтью |



Приложение 4

р. Невы (ноябрь 1957 г.)

| Цвет | Прозрачность, в м | Температура воды, в ° | Горизонт | pH | Свободная углекислота, в мг/л $CO_2$ | Содержание кислорода | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | мг/л | % насыщения |
| Бурый | 1.2 | 5.2 | Дно | 7.1 | 1.65 | 12.02 | 93.68 |
| — | — | 5.0 | Поверхность | 7.1 | 1.65 | 12.02 | 93.25 |
| Желтый | 1.6 | 5.0 | Дно | 7.1 | 1.65 | 12.02 | 93.25 |
| — | — | 5.0 | Поверхность | 7.1 | 5.5 | 14.13 | 109.61 |
| Зеленовато-желтый | 1.2 | 5.0 | Дно | 6.9 | 3.3 | 12.34 | 38.06 |
| — | — | 5.0 | Поверхность | 6.9 | 3.3 | 12.02 | 93.25 |
| Бурый | 1.0 | 5.0 | Дно | 7.1 | 2.75 | 12.18 | 94.49 |
| — | — | 5.0 | Поверхность | 7.1 | 3.00 | 11.85 | 91.93 |
| Желтоватый | 1.65 | 4.6 | Дно | 7.1 | 2.2 | 12.34 | 94.77 |
| » | — | 4.6 | Поверхность | 7.1 | 2.20 | 12.34 | 94.77 |
| » | 1.50 | 4.6 | Дно | 7.1 | 2.2 | 12.02 | 92.31 |
| — | — | 4.6 | Поверхность | 7.1 | 2.2 | 12.34 | 94.77 |
| Желтовато-бурый | 0.65 | 5.0 | 0.5 | 7.0 | 4.4 | 12.18 | 94.49 |
| Бурый | 0.60 | 5.0 | 0.7 | 7.0 | 4.95 | 9.58 | 74.32 |
| Грязно-серый | 0.25 | 8.0 | Дно | 6.99 | 3.3 | — | — |

Приложение 4 (*продолжение*)

| Место взятия пробы | БПК$_5$, в мгО$_2$/л | Окисляемость, в мгО/л | Аммиак, в мг/л $NH_4'$ | Нитраты, в мг/л $NO_3'$ | Хлориды, в мг/л $Cl'$ | Сульфаты, в мг/л $SO_4''$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Створ VII** | | | | | | |
| р. М. Нева, устье, левый берег, в 10—15 м от берега. | 2.74 | 10.91 | 0.25 | 0.01 | 7.42 | 3.0 |
| То же, правый берег, в 30—40 м от берега. | 1.29 | 8.79 | 0.25 | 0.001 | 5.94 | 3.0 |
| р. М. Нева, в 10 м от правого берега ниже стоков ГИПХа. | 1.77 | 9.39 | 0.25 | 0.001 | 5.94 | 3.0 |
| р. М. Невка, устье, середина. | 3.56 | 9.39 | 0.15 | 0.001 | 6.43 | 15.0 |
| | 1.93 | 8.94 | 0.15 | 0.001 | 5.94 | 12.0 |
| | 2.41 | 9.39 | 0.25 | Нет | 6.43 | 12.0 |
| | 1.13 | 9.39 | 0.15 | 0.001 | 5.94 | 3.0 |
| | 1.44 | 9.39 | 0.25 | 0.002 | 6.43 | 3.0 |
| **Створ VIII** | | | | | | |
| Устье р. Б. Невки и Ср. Невки, левый берег (напротив Ср. Невки, в 60 м от берега). | 0.97 | 9.09 | 0.15 | 0.005 | 6.43 | 3.0 |
| Правый берег (напротив Б. Невки), около паркетного завода, в 50 м от берега. | 1.77 | 9.09 | 0.15 | 0.001 | 6.43 | 3.0 |
| р. Карповка, на выходе в р. М. Невку. | 1.45 | 8.79 | 0.15 | 0.001 | 6.43 | 4.0 |
| р. Карповка, в 100—150 м выше ст. 103, середина. | 1.13 | 9.39 | 0.25 | 0.005 | 6.43 | 0.0 |
| Черная речка, выше моста в 50 м, устье середина. | Больше 12.18 | 12.12 | 7.5 | 0.05 | 11.88 | 5.0 |
| | Больше 9.58 | 10.30 | 8.0 | 0.075 | 12.87 | 5.0 |
| | 49.0 | 34.85 | 10.0 | 0.006 | 54.45 | 12.0 |

| Место взятия пробы | Гидрокарбонаты, в мг/л $HCO_3'$ | Общее железо, в мг/л | Жесткость, в немецких градусах | Кальций, в мг/л $Ca''$ | Магний, в мг/л, $Mg''$ | Сухой остаток, в мг/л | Прокаленный остаток, в мг/л | Нефтепродукты | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | в воде, в мг/л | в грунте, в мг на 100 г |
| **Створ VII** | | | | | | | | | |
| р. М. Нева, устье, левый берег, в 10—15 м от берега. | 38.12 | 0.2 | 1.84 | 9.67 | 2.12 | 67.6 | 27.6 | Нет | Нет |
| То же, правый берег, в 30—40 м от берега. | 38.12 | 0.2 | 1.68 | 9.29 | 1.65 | 76.4 | 24.4 | » | — |
| р. М. Нева, в 10 м от правого берега ниже стоков ГИПХа. | 38.12 | 0.2 | 1.79 | 9.67 | 1.88 | 68.8 | 23.2 | » | Нет |
| р. М. Невка, устье, середина. | 38.12 | 0.07 | 1.74 | 9.28 | 1.88 | 76.4 | 23.6 | » | — |
| | 38.12 | 0.2 | 1.79 | 9.28 | 2.12 | 72.4 | 20.8 | 0.2 | 40.0 |
| | 38.12 | 0.2 | 1.79 | 8.90 | 2.36 | 74.4 | 35.2 | Нет | — |
| | 39.65 | 0.2 | 1.90 | 8.90 | 2.83 | 72.4 | 31.2 | » | — |
| | 38.12 | 0.2 | 1.74 | 9.28 | 1.88 | 65.2 | 31.6 | 15—0.2 | 20.0 |
| **Створ VIII** | | | | | | | | | |
| Устье р. Б. Невки и Ср. Невки, левый берег (напротив Ср. Невки, в 60 м от берега). | 38.12 | 0.06 | 1.79 | 9.28 | 2.12 | 73.2 | 32.4 | — | — |
| Правый берег (напротив Б. Невки), около паркетного завода, в 50 м от берега. | 36.60 | 0.2 | 1.74 | 8.90 | 2.12 | 67.6 | 20.8 | — | — |
| р. Карповка, на выходе в р. М. Невку. | 38.12 | 0.2 | 1.79 | 8.90 | 2.12 | 76.8 | 24.0 | — | — |
| р. Карповка, в 100—150 м выше ст. 103, середина. | 38.12 | 0.2 | 2.00 | 9.28 | 3.01 | 66.4 | 34.4 | — | — |
| Черная речка, выше моста в 50 м, устье середина. | 65.57 | 0.54 | 2.23 | 11.61 | 2.59 | 125.6 | 59.2 | — | — |
| | 67.10 | 0.30 | 2.23 | 11.61 | 2.59 | 132.0 | 66.8 | — | — |
| | 201.3 | 4.88 | 9.94 | 46.44 | 15.01 | 409.2 | 241.6 | — | — |

Данные анализа воды р. Н

Приложение 5

и Невской губы (май 1958 г.)

| Место взятия пробы | Дата | № станции | Глубина, в м | Грунт | Температура воды, в ° | Горизонт | pH | Свободная углекислота, в мг/л $CO_2$ | Содержание кислорода | | БПК$_5$, в мг$O_2$/л |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | мг/л | % насыщения | |
| р. Б. Нева, устье, створ у левого берега | 21 V | 106 | 10 | Песок с водо | 5.0 | Дно | 6.99 | 1.65 | 12.48 | 96.81 | 2.48 |
| | | 106 | — | — | 5.0 | Поверхность | 6.99 | 2.20 | 12.64 | 98.06 | 2.47 |
| То же, середина. | | 107 | 10 | Песок | 4.6 | Дно | 6.99 | 1.65 | 12.64 | 97.08 | 1.62 |
| | | 107 | — | — | 4.6 | Поверхность | 6.99 | 2.20 | 13.63 | 84.68 | 2.44 |
| То же, правый берег. | | 108 | 10 | Черный ил | 4.8 | Дно | 6.99 | 1.65 | 12.15 | 93.76 | 4.35 |
| | | 108 | — | То же | 4.8 | » | 7.41 | 0.55 | 13.14 | 101.38 | 3.98 |
| Финский залив, створ Стрельна—Лахта, к югу от канала. | | 109 | 4.0 | Песок | 5.4 | » | 6.99 | 2.20 | 10.67 | 83.55 | 1.22 |
| | | 109 | — | — | 5.4 | Поверхность | 6.99 | 2.20 | 11.82 | 92.55 | 2.15 |
| То же, к северу от канала. | | 110 | 5.0 | Песок | 5.3 | Дно | 6.99 | 1.65 | 11.82 | 92.34 | 2.66 |
| | | 110 | — | — | 5.3 | Поверхность | 6.99 | 2.20 | 11.82 | 92.34 | 1.98 |
| р. Малая Невка, середина. | | 111 | 5.0 | Песок | 4.9 | Дно | 6.99 | 1.10 | 12.64 | 97.83 | 1.45 |
| | | 111 | — | — | 4.9 | Поверхность | 6.99 | 1.65 | 12.81 | 99.14 | 2.13 |
| р. Малая Нева, правый берег. | | 112 | 4.5 | Песок | 4.9 | Дно | 6.90 | 2.20 | 13.46 | 104.17 | 2.27 |
| | | 112 | — | — | 4.9 | Поверхность | 6.90 | 2.20 | 12.81 | 99.14 | 1.79 |
| То же, левый берег. | | 113 | 4.2 | Песок | 4.9 | Дно | 6.85 | 2.20 | 12.64 | 97.83 | 1.62 |
| | | 113 | — | — | 4.9 | Поверхность | 6.85 | 1.65 | 12.48 | 96.59 | 1.97 |
| Финский залив, створ Стрельна—Лахта, против русла Б. Невы. | 22 V | 114 | 4.0 | Песок | 5.1 | Дно | 6.99 | 1.10 | 12.81 | 99.61 | 2.30 |
| | | 114 | — | — | 5.1 | Поверхность | 6.99 | 1.10 | 13.14 | 102.17 | 1.95 |



Приложение 5 (*продолжение*)

| Место взятия пробы | Окисляемость, в мг/л | Аммиак, в мг/л $NH_4'$ | Нитриты, в мг/л $NO_2'$ | Хлориды, в мг/л $Cl'$ | Гидрокарбонаты, в мг/л $HCO_3'$ | Жесткость, в немецких градусах | Кальций, в мг/л $Ca^{..}$ | Магний, в мг/л $Mg^{..}$ | Сухой остаток, в мг/л | Прокаленный остаток, в мг/л | Нефтепродукты | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | в воде, в мг/л | в грунте, в мг на 100 г |
| р. Б. Нева, устье, створ у левого берега. | 9.39 | 0.1 | Нет | 7.24 | 36.60 | 1.67 | 8.07 | 2.33 | — | — | Нет | 318.0 |
| То же, середина. | 12.83 | 0.1 | » | 7.24 | 50.32 | 2.53 | 14.41 | 2.20 | — | — | » | — |
| | 10.74 | 0.1 | » | 7.24 | 47.27 | 1.59 | 7.69 | 2.20 | 72.8 | 25.2 | » | 10.0 |
| То же, правый берег. | 11.64 | 0.1 | » | 9.05 | 47.27 | 2.37 | 13.84 | 1.87 | — | — | » | — |
| | 14.62 | 0.2 | » | 9.05 | 68.62 | 2.26 | 8.46 | 4.67 | — | — | » | 318.0 |
| Финский залив, створ Стрельна—Лахта, к югу от канала. | 13.87 | 0.1 | » | 9.05 | 21.35 | 2.64 | 9.22 | 5.84 | — | — | 0.1 | — |
| | 11.64 | 0.1 | 0.002 | 7.24 | 35.07 | 1.83 | 7.30 | 3.50 | — | — | 0.2 | 80.0 |
| То же, к северу от канала. | 11.49 | 0.1 | 0.001 | 9.05 | 36.60 | 2.10 | 9.61 | 3.27 | — | — | 1.2 | — |
| | 11.93 | 0.1 | 0.005 | 9.05 | 36.60 | 1.75 | 9.03 | 2.10 | — | — | 0.6 | 10.0 |
| р. Малая Невка, середина. | 12.48 | 0.1 | 0002 | 9.05 | 36.60 | 1.77 | 8.84 | 2.33 | — | — | Следы | — |
| | 10.88 | 0.1 | Нет | 9.05 | 30.50 | 1.56 | 7.69 | 2.10 | 94.4 | 30.2 | Нет | 156.0 |
| р. Малая Нева, правый берег. | 11.52 | 0.1 | » | 7.24 | 36.60 | 1.56 | 8.07 | 1.87 | — | — | » | — |
| | 11.52 | 0.1 | » | 7.24 | 33.55 | 1.56 | 8.26 | 1.75 | — | — | » | 110.0 |
| То же, левый берег. | 11.20 | 0.1 | » | 7.24 | 47.27 | 2.20 | 12.30 | 2.10 | — | — | » | — |
| | 11.36 | 0.1 | » | 5.43 | 44.22 | 2.26 | 12.86 | 1.98 | — | — | » | 20.0 |
| Финский залив, створ Стрельна—Лахта, против русла Б. Невы. | 11.68 | 0.1 | » | 7.24 | 45.75 | 2.26 | 12.88 | 1.98 | — | — | » | — |
| | 11.84 | 0.1 | » | 5.43 | 33.55 | 1.55 | 7.69 | 1.87 | 72.0 | 27.2 | » | 5.0 |
| | 11.68 | 0.1 | » | 9.05 | 33.55 | 1.51 | 7.69 | 1.87 | 86.0 | 21.2 | » | — |

Данные анализа воды р. Не

и Невской губы (22 V 1958)

Приложение 6

| Место взятия пробы | № станции | Глубина, в м | Температура воды, в ° | Горизонт |
|---|---|---|---|---|
| Створ Стрельна—Лахта, против отмели Васильевского острова. | 115 | 3.5 | 5.4 | Дно |
| | 115 | — | 5.4 | Поверхность |
| Против русла М. Невы. | 116 | 3.1 | 5.3 | Дно |
| | 116 | — | 5.3 | Поверхность |
| Против стадиона им. Кирова. | 117 | 3.0 | 5.4 | Дно |
| | 117 | — | 5.4 | Поверхность |
| Против Б. Невки. | 118 | 3.8 | 5.3 | Дно |
| | 118 | — | 5.3 | Поверхность |
| Устье Б. Невки, левый берег. | 119 | — | 5.6 | Дно |
| | 119 | — | 5.7 | Поверхность |
| То же, правый берег. | 120 | — | 5.8 | Дно |
| | 120 | — | 5.8 | Поверхность |

| Место взятия пробы | Аммиак, в мг/л $NH_4'$ | Нитриты, в мг/л $NO_2'$ | Хлориды, в мг/л $Cl'$ | Гидрокарбонаты, в мг $HCO_3'$ |
|---|---|---|---|---|
| Створ Стрельна—Лахта, против отмели Васильевского острова. | 0.1 | Нет | 7.24 | 33.55 |
| | 0.1 | » | 7.24 | 30.50 |
| Против русла М. Невы. | 0.1 | » | 7.24 | 32.02 |
| | 0.1 | » | 5.43 | 32.02 |
| Против стадиона им. Кирова. | 0.1 | » | 5.43 | 32.02 |
| | 0.1 | 0.001 | 7.24 | 32.02 |
| Против Б. Невки. | 0.1 | Нет | 7.24 | 32.02 |
| | 0.1 | » | 7.24 | 30.50 |
| Устье Б. Невки, левый берег. | 0.1 | » | 7.24 | 33.55 |
| | 0.1 | » | 7.24 | 33.55 |
| То же, правый берег. | 0.1 | 0.001 | 7.24 | 32.02 |
| | 0.1 | 0.001 | 7.24 | 32.02 |



| pH | Свободная углекислота, в мг/л $CO_2$ | Содержание кислорода | | БПК$_5$, в мг$O_2$/л | Окисляемость, в мг/л |
|---|---|---|---|---|---|
| | | мг/л | % насыщения | | |
| 6.99 | 1.10 | 13.14 | 102.89 | 2.97 | 13.28 |
| 6.99 | 1.65 | 12.81 | 100.31 | 2.47 | 12.32 |
| 6.99 | 2.20 | 12.81 | 100.07 | 1.45 | 11.84 |
| 6.99 | 2.20 | 12.81 | 100.07 | 2.30 | 11.68 |
| 6.99 | 1.65 | 12.64 | 98.98 | 1.11 | 11.84 |
| 6.99 | 2.00 | 12.97 | 101.56 | 2.63 | 11.68 |
| 6.99 | 1.65 | 12.97 | 101.32 | 1.61 | 11.84 |
| 6.99 | 1.65 | 12.97 | 101.32 | 2.46 | 12.32 |
| 6.99 | 1.10 | 12.81 | 100.85 | 2.81 | 11.84 |
| 6.99 | 1.65 | 12.97 | 102.36 | 2.97 | 12.16 |
| 6.99 | 2.20 | 13.14 | 103.95 | 3.98 | 12.80 |
| 6.99 | 2.20 | 13.14 | 103.95 | 2.97 | 12.80 |

Приложение 6 (*продолжение*)

| Жесткость, в немецких градусах | Кальций, в мг/л $Ca''$ | Магний, в мг/л $Mg''$ | Сухой остаток, в мг/л | Прокаленный остаток, в мг/л | Нефтепродукты | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | в воде, мг/л | в грунте, в мг на 100 г |
| 1.53 | 7.69 | 1.98 | — | — | — | — |
| 1.61 | 7.69 | 2.33 | 64.0 | 26.4 | — | — |
| 1.51 | 7.69 | 1.87 | 75.6 | 22.8 | — | 5.0 |
| 1.56 | 7.69 | 2.10 | — | — | 0.5 | — |
| 1.56 | 7.88 | 1.98 | — | — | 0.4 | — |
| 1.56 | 7.49 | 2.22 | — | — | 0.05 | — |
| 1.59 | 7.69 | 2.22 | 69.2 | 27.6 | — | 3.7 |
| 1.56 | 7.88 | 1.98 | 90.80 | 34.4 | — | — |
| 1.56 | 7.88 | 1.98 | — | — | 0.002 | 318.0 |
| 1.59 | 7.69 | 2.22 | — | — | — | — |
| 1.69 | 8.26 | 2.33 | — | — | 0.3 | 318.0 |
| 1.56 | 7.88 | 1.98 | — | — | 0.1 | — |

Приложение

## Содержание нефтепродуктов в воде и грунте р. Невы и ее притоков (октябрь 1957 г.)

| Место взятия пробы | № станции | Количество нефтепродуктов в воде, в мг/л | Количество нефтепродуктов, в мг на 100 г |
|---|---|---|---|
| р. Нева, около Петрокрепости, правый исток из Ладожского озера, фарватер, середина, дно | 57 | 0.1 | Нет |
| То же, поверхность | 57 | Нет | — |
| р. Нева, ниже Ладожских каналов, левый берег, дно | 58 | » | Нет |
| То же, поверхность | 58 | » | — |
| р. Нева, ниже 8-й ГЭС, около домостроительного комбината, в 30 м от правого берега, дно | 59 | » | 2.5 |
| То же, поверхность | 59 | » | — |
| То же, середина, дно | 60 | 0.1 | Нет |
| То же, поверхность | 60 | Нет | — |
| р. Тосна, устье около моста, фарватер, дно | 61 | » | 40 |
| То же, поверхность | 61 | » | — |
| р. Нева, в 0.5 км ниже устья р. Тосны, в 100 м от левого берега, с глубины 4 м | 62 | » | — |
| р. Нева, около ст. Понтонной, в 50 м от левого берега, дно | 63 | Нет | Нет |
| То же, поверхность | 63 | Пленка 0.8 | — |
| р. Ижора, устье, середина около моста, дно | 64 | 0.05 | 313 |
| То же, поверхность | 64 | Нет | — |
| р. Нева, ниже устья р. Ижоры, в 1 км, в 100 м от левого берега, дно | 65 | Нет | Нет |
| То же, поверхность | 65 | » | — |
| р. Славянка, устье около моста, фарватер, дно | 66 | » | 40 |
| То же, поверхность | 66 | » | — |
| р. Нева, 0.5 км ниже устья р. Славянки, в 60—70 м от левого берега, дно | 67 | » | Нет |
| То же, поверхность | 67 | » | — |
| р. Нева, у пос. Рыбацкого, в 30 м от левого берега, с глубины 3 м | 68 | » | 5.0 |
| То же, середина, дно | 69 | » | Нет |
| То же, поверхность | 69 | 0.8 | — |
| То же, правый берег, с глубины 3 м | 70 | Нет | — |
| р. Нева, ниже завода «Большевик», левый берег, дно | 71 | Пленка 0.8 | — |
| То же, поверхность | 71 | 0.2 | Нет |
| р. Нева, выше ф-ки им. Володарского, левый берег, дно | 72 | Нет | Нет |
| То же, поверхность | 72 | » | — |
| р. Нева, ниже стоков ф-ки им. Володарского, правый берег, с глубины 0.75 см | 73 | » | 40 |
| То же, в 10—15 м от берега, с глубины 1 м | 73 | 0.05—0.2 | 11.730 |
| р. Нева, в 80 м ниже перевоза, ниже стоков к-та им. Тельмана, правый берег, с глубины 0.75 м | 74 | Нет | — |
| То же, в 10—15 м от берега, с глубины 1 м | 74 | 0.1 | — |
| р. Нева, ниже стоков вагоноремонтного завода, в 30 м от левого берега, дно | 75 | Нет | 156 |
| То же, поверхность | 75 | 0.1 | — |
| р. Нева, ниже мыловаренного завода, в 30 м от левого берега, с глубины 1 м | 76 | Пленка 0.7—0.8 | — |
| р. Нева, ниже текстильных предприятий, в 30 м от левого берега, дно | 77 | 0.4 | Нет |
| То же, поверхность | 77 | Нет | — |
| р. Нева, ниже стоков з-да им. Ленина, в 30 м от левого берега, дно | 78 | 0.15 | 20.0 |
| То же, поверхность | 78 | 0.2 | — |



Приложение 7 (*продолжение*)

| Место взятия пробы | № станции | Количество нефтепродуктов в воде, в мг/л | Количество нефтепродуктов, в мг на 100 г |
|---|---|---|---|
| р. Нева, ниже химического завода, в 10 м от правого берега, дно | 79 | 0.15 | Нет |
| То же, поверхность | 79 | Нет | — |
| р. Нева, в 150—200 м выше Финляндского моста, в 10 м от правого берега | 80 | 0.1—0.2 | 2500 |
| То же, середина, дно | 81 | Нет | Нет |
| То же, поверхность | 81 | » | — |
| То же, левый берег, с глубины 1 м | 82 | 0.2 | Нет |
| Устье р. Б. Охта, середина, дно | 83 | Нет | 313 |
| То же, поверхность | 83 | 0.4 | — |
| р. Нева, в 100 м ниже устья р. Б. Охты, в 50—60 м от правого берега, дно | 84 | Нет | Нет |
| То же, поверхность | 84 | » | — |
| р. Нева, ниже стоков завода «Красный Выборжец», в 20 м от правого берега, дно | 85 | » | Нет |
| То же, поверхность | 85 | » | — |
| р. Нева, ниже стоков металлического завода, в 20 м от правого берега, дно | 86 | 0.2 | Нет |
| То же, поверхность | 86 | 0.05 | — |
| р. Нева, ниже завода им. Свердлова, у правого берега, дно | 87 | Нет | Нет |
| То же, поверхность | 87 | » | — |
| р. Нева, в районе водозабора, левый берег, с глубины 1 м | 88 | 0.1 | 313.0 |
| р. Нева, в 0.5 м выше Литейного моста, в 50—60 м от правого берега, дно | 89 | Нет | Нет |
| То же, поверхность | 89 | » | — |
| То же, в 50 м от левого берега, дно | 90 | » | 80.0 |
| То же, поверхность | 90 | » | — |
| р. Мойка, устье, середина, дно | 91 | » | 313.0 |
| То же, поверхность | 91 | » | — |
| р. Нева, в 50 м выше устья р. Фонтанки, левый берег, дно | 92 | » | 1250.0 |
| То же, поверхность | 92 | 0.15 | — |
| р. Фонтанка, в 150 м от ее устья, середина, дно | 93 | Нет | Нет |
| То же, поверхность | 93 | 0.1 | — |
| р. Нева, в устье Б. Невы, против причала торгового порта, левый берег, дно | 94 | Нет | 80.0 |
| То же, поверхность | 94 | 0.15 | — |
| То же, середина, дно | 95 | Нет | Нет |
| То же, поверхность | 95 | » | — |
| То же, в 50 м от правого берега, дно | 96 | » | 313.0 |
| То же, поверхность | 96 | » | — |
| р. М. Нева, устье, левый берег, дно | 97 | » | 313.0 |
| То же, поверхность | 97 | » | — |
| То же, в 30—40 м от правого берега, дно | 98 | » | Нет |
| То же, поверхность | 98 | » | — |
| р. М. Нева, в 10 м от правого берега, ниже ГИПХа, дно | 99 | 0.2 | 40.0 |
| То же, поверхность | 99 | Нет | — |
| р. М. Невка, устье, середина, дно | 100 | 0.15—0.2 | 20.0 |
| То же, поверхность | 100 | Нет | — |
| р. Б. Невка, в 60 м от левого берега, дно | 101 | » | 156.0 |
| То же, поверхность | 101 | 0.2 | — |
| То же, около паркетного з-да, в 50 м от правого берега, дно | 102 | 0.1 | Нет |
| То же, поверхность | 102 | 0.2 | 313.0 |
| Устье р. Карповки, середина, с глубины 0.5 м | 103 | 0.2 | 625.0 |
| р. Карповка, у моста, 100—150 м выше ст. 103, середина, с глубины 0.7 м | 104 | Нет | — |
| Черная речка, середина, в 50 м выше моста | 105 | » | 2500.0 |

# О РЕЗУЛЬТАТАХ ИССЛЕДОВАНИЯ ХИМИЗМА ВОДЫ НЕВЫ И ЕЕ ПРИТОКОВ В 1962—1964 гг.

*Н. Г. Озерецковская и Н. Ф. Смирнова*

## 1. К истории гидрохимических исследований Невы

Важное значение Невы как главной водной артерии Ленинграда не подлежит никакому сомнению. Поэтому вполне понятен интерес, который издавна проявляли исследователи к изучению качества воды как самой Невы, так и водоемов ее бассейна.

Оставляя в стороне более ранние, выполненные еще в прошлом веке исследования (Драгендорф, Деппинг и др.), укажем на работы, предпринимавшиеся с начала текущего столетия.

В 1904 г. был опубликован отчет, подытоживший работу по исследованию воды Невы под руководством Пржибытека. Он пришел на основании полученных данных к выводу о том, что, невзирая на огромное количество поступающих в Неву загрязнений, влияние их на результаты химического исследования ее сказывается очень нерезко и только при сравнении воды из пунктов, далеко отстоящих друг от друга. Такое изменение изменений в химизме воды Невы, по Пржибытеку (цит. по Левину, 1911), является следствием ее многоводности и быстрого течения. Автор подкрепляет это соображение некоторыми расчетами. Согласно одному из таких расчетов, можно, спустив в одном из пунктов Невы очень внушительное количество химикалий (десятки и сотни пудов концентрированных кислот или около тысячи ведер мочи), при условии полного смешения не обнаружить никакой разницы в химических анализах проб воды, отобранных в этом пункте и втором, расположенном на расстоянии шести верст от первого. Или в истоке Невы у Шлиссельбурга надо сразу вылить 180 000 ведер мочи, чтобы через 8 час в черте С. Петербурга получить реально наблюденное Пржибытеком 30%-е повышение по сравнению с истоком окисляемости воды и полуторакратное увеличение в ней количества аммиака.

В 1905 г. в Шлиссельбурге была организована лаборатория, начавшая работу по химическому исследованию воды Ладожского озера и истока Невы. Результаты этого исследования приведены в работе П. И. Левина (1911). Проведя сравнение между ладожской и невской водой, автор пришел к заключению, что и та, и другая характеризуются довольно большой цветностью и окисляемостью, обусловленной не загрязнениями, а присутствием в ней гуминовых веществ. Точно так же и наблюдаемые в невской воде небольшие количества аммиака, по Левину, обязаны своим происхождением не посторонним загрязнениям, а являются результатом жизнедеятельности планктона.



В 1931—1933 гг. гигиенистами под руководством С. В. Моисеева было начато и в конце тридцатых годов продолжено обстоятельное исследование химизма воды Невы. В последней работе излагаются результаты исследования санитарного состояния Невы от Дубровки до Смольного. Пробы воды отбирались в мае, июне и октябре 1939 г. и в марте 1940 г. в 32 точках 6 следующих профилей: у Дубровки, против Островков, ниже впадения р. Ижоры, выше Южной водопроводной станции, ниже завода «Большевик» и ниже впадения р. Б. Охты.

Сопоставление многочисленных данных привело авторов к довольно пессимистическому выводу о том, что анализ результатов всех 44 определяемых в работе физико-химических свойств обнаружил малую их чувствительность и пригодность для выяснения степени загрязнения невской воды и сравнительной оценки качества ее на исследуемом участке. В работе было лишь выявлено 2 наиболее тогда загрязненных места на Неве: левый берег ниже устья р. Ижоры и оба берега ниже устья р. Б. Охты.

В послевоенный период большую работу по изучению санитарного состояния водоемов бассейна Невы провел сектор гигиены воды и водоснабжения Ленинградского санитарно-гигиенического института при участии сотрудников санитарно-эпидемиологической станции и треста Ленводопровод. Результаты этой работы, проводившейся в 1953—1957 гг., обобщены В. Н. Гуськовой в сборнике Института радиационной гигиены (1958).

Пробы воды отбирались начиная с истока реки, по течению, по профилю притоков, а также в районе Островков, Кривого Колена, у Дубровки, в районе кирпичных заводов и Уткиной заводи. Авторами было показано, что вода, взятая в среднем створе Невы, по всему ее течению — от истока до моста лейтенанта Шмидта — характеризуется относительным постоянством физических и химических показателей, но в черте города наблюдалось некоторое небольшое увеличение окисляемости и альбуминоидного аммиака. Было найдено, что все левобережные притоки вносят в Неву значительные количества плотного остатка, дополнительную цветность и повышают окисляемость невской воды. При этом было указано на значительные колебания этих свойств воды притоков. Анализ полученных в работе данных показал, что вода правобережной зоны до черты города имеет такой же состав, как и в среднем створе реки. Прибрежные же зоны в черте города характеризовались значительными загрязнениями по сравнению со средней частью реки. Точно так же и в отношении загрязнения Невы нефтью было показано, что количество эмульгированных и растворенных нефтепродуктов в Неве до черты города весьма невелико (не выше 0.01 мг/л, т. е. в 10 раз меньше предельно допустимой концентрации). Значительно большие количества нефти были обнаружены в черте города (около 0.25 мг/л) в фарватере реки и сплошная пленка — в прибрежных зонах (до 4 мг/л).

Общим заключением авторов явился вывод о том, что вода в середине Невы по всему ее течению обладает относительным постоянством своего физико-химического состава, но характеризуется прогрессирующим нарастанием бактериального загрязнения. Вода левобережной части реки до города у места впадения таких притоков, как Ижора, Славянка, и ниже их, а также в черте города несет значительные загрязнения как физико-химического, так и бактериологического характера.

Исходя из этих общих выводов, авторы указали на необходимость строительства очистных сооружений для городов Колпино, Пушкин, Павловск с целью оздоровления притоков Невы и строительства перехватывающих коллекторов по обоим берегам Невы в черте города.

Несколько позднее (1956—1958 гг.) работали на Неве сотрудники Всесоюзного научно-исследовательского института речного рыбного хо-

зяйства; результаты их работы имеются в двух отчетах института (Гусев, 1959; Подоба, 1959) и изложены в статье Гусева и других в настоящем сборнике (Гусев и др., наст. сб.).

В 1962—1964 гг. лаборатория пресноводной и экспериментальной гидробиологии Зоологического института АН СССР, учитывая непрерывно растущие темпы промышленного развития г. Ленинграда и в связи с этим прогрессирующего загрязнения Невы, предприняла комплексное исследование ее от истока до устья.

Программа исследования предполагала отбор проб на 3 створах Невы: у истока, ниже г. Петрокрепости, у Ново-Саратовской, ниже Славянки и в устье реки, при впадении ее в Невскую губу, а также в устьевой части всех важных притоков Невы, как левобережных — Мойки, Мги, Тосны, Ижоры, Славянки, Мурзинки, так и правобережных — Черной речки и Б. Охты.

Для суждения о сезонных изменениях режима Невы пробы отбирались в мае, июле, октябре, а также зимой (в феврале или марте) перед вскрытием реки. Работа проводилась главным образом в 1962 и 1963 гг., но ряд проб был отобран и в 1964 г.

Гидрохимическая часть этой комплексной работы имела санитарно-гидробиологический аспект, поэтому в программу исследования входило определение, с одной стороны, компонентов, так называемых индикаторов загрязнения ($БПК_5$, окисляемость, хлориды, соединения азота и фосфора), с другой — всех компонентов газового и солевого состава и ряда физических свойств воды (температура, цветность, прозрачность), важных для характеристики водоема как среды обитания водных организмов.

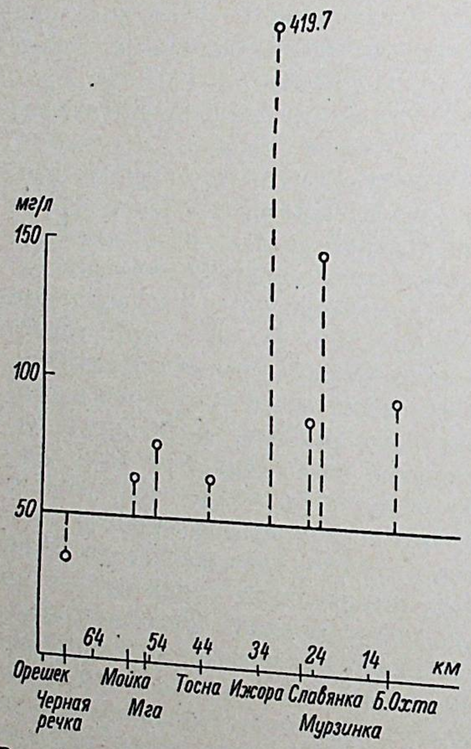



Рис. 1. Изменение общей минерализации воды Невы по течению в октябре 1962 г. (середина реки).

## 2. Изменение солевого состава воды Невы по течению

Вода р. Невы является мало минерализованной: сумма ионов в исследованный период не превышала 64—65 мг/л. Доминирующие ионы в ней—гидрокарбонатный (30—34% эквивалента) и ион кальция (23—28% эквивалента).

Как показывает рис. 1, минерализация воды Невы на всем ее 74-километровом протяжении достаточно стабильна, и лишь в черте города, ближе к устью реки наблюдается небольшое ее повышение (в октябре 1962 г., например, от 55 до 61 мг/л).

Впадение всех левобережных притоков (Мойки, Мги, Тосны, Ижоры, Славянки, Мурзинки) и правобережного притока (р. Б. Охты) дает на кривых изменения общей минерализации и концентрации ионов воды Невы по течению в месте впадения притока довольно четко выраженные максимумы и минимум при впадении верхнего правобережного притока — Черной речки (рис. 1, 2). Однако даже притоки с минерализацией, достаточно отличной от минерализации самой Невы, и с относительно высокими



в ряду притоков расходами воды (Ижора, Славянка) сравнительно мало влияют на солевой состав воды Невы (табл. 1).

ТАБЛИЦА 1

Влияние р. Славянки на солевой состав воды Невы (середина реки)

| Место взятия пробы | $HCO_3'$ | | $SO_4''$ | | $Cl'$ | | $Ca^{\cdot\cdot}$ | | $Mg^{\cdot\cdot}$ | | $Na^{\cdot}+K^{\cdot}$ | | Сумма ионов, в мг/л |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | мг/л | % экв. | мг/л | % экв. | мг/л | % экв. | мг/л | % экв. | мг/л | % экв. | мг/л | % экв. | |
| Нева выше впадения р. Славянки | 30.5 | 33.2 | 5.9 | 8.2 | 4.6 | 8.6 | 8.0 | 26.6 | 2.7 | 14.6 | 3.3 | 8.8 | 55 |
| Нева ниже впадения р. Славянки . . . | 30.5 | 32.1 | 7.1 | 9.5 | 4.6 | 8.4 | 8.0 | 25.7 | 1.4 | 10.3 | 5.4 | 14.0 | 57 |

Подобно общей минерализации, довольно постоянен и ионный состав воды Невы по течению. Как показывают рис. 1 и 2, вода всех основных

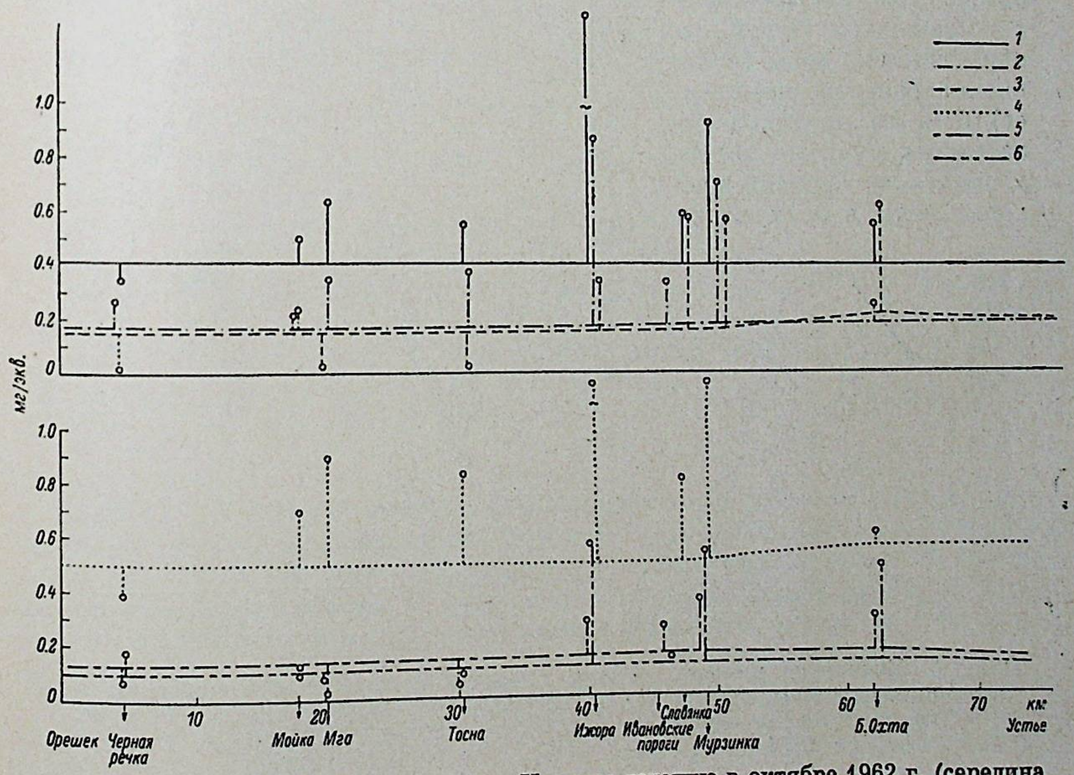



Рис. 2. Изменение ионного состава воды Невы по течению в октябре 1962 г. (середина реки).

*1* — $Ca^{\cdot\cdot}$; *2* — $Mg^{\cdot\cdot}$; *3* — $Na^{\cdot}+K^{\cdot}$; *4* — $HCO_3'$; *5* — $Cl'$; *6* — $SO_4''$.

притоков Невы, за исключением Черной речки, имеет большее и часто значительно большее содержание главных ионов: кальция, магния и гидрокарбонатного. Судя по кривым рис. 2, наибольшая концентрация этих ионов имеет место в воде рр. Ижоры и Мурзинки, далее следуют Славянка, Тосна, Мга, Б. Охта и Мойка. Однако все притоки, кроме Черной речки, всегда имеют более высокое содержание главных ионов

ТАБЛИЦА 2

Соотношение величины общей минерализации и расходов воды некоторых притоков Невы

| Приток | 1962 г. | | | | 1963 г. | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | VII | | X | | III | | V | | VII | | X | |
| | расход, в м³/сек. | минер., в мг/л | расход, в м³/сек. | минер., в мг/л | расход, в м³/сек. | минер., в мг/л | расход, в м³/сек. | минер., в мг/л | расход, в м³/сек. | минер., в мг/л | расход, в м³/сек. | минер., в мг/л |
| Мга . . . . | 11.2 | 51 | 6.9 | 79 | 0.43 | 76 | 0.62 | 71 | 0.34 | 117 | 5.97 | 62 |
| Тосна . . . | 14.6 | 69 | 7.49 | 72 | 0.79 | 83 | 14.5 | 59 | 0.64 | 94 | 7.71 | 57 |
| Б. Охта . . | 4.37 | — | 3.79 | 98 | 0.56 | — | 4.48 | 231 | 1.22 | 391 | 5.90 | — |

и более значительную величину общей минерализации сравнительно с водой Невы, абсолютная величина указанных гидрохимических показателей в их устьевой части подвержена очень сильным колебаниям. Это объясняется, во-первых, несравненно меньшей стабильностью сравнительно с полноводной Невой вообще химизма воды (в том числе и солевого комплекса) всех ее притоков из-за малых и сильно колеблющихся во времени расходов воды в этих реках

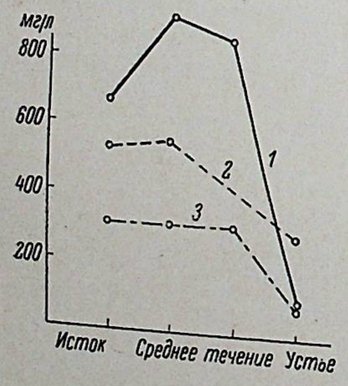



Рис. 3. Изменение минерализации воды Тосны, Ижоры и Славянки по течению в феврале 1964 г.

*1* — Славянка; *2* — Ижора; *3* — Тосна.

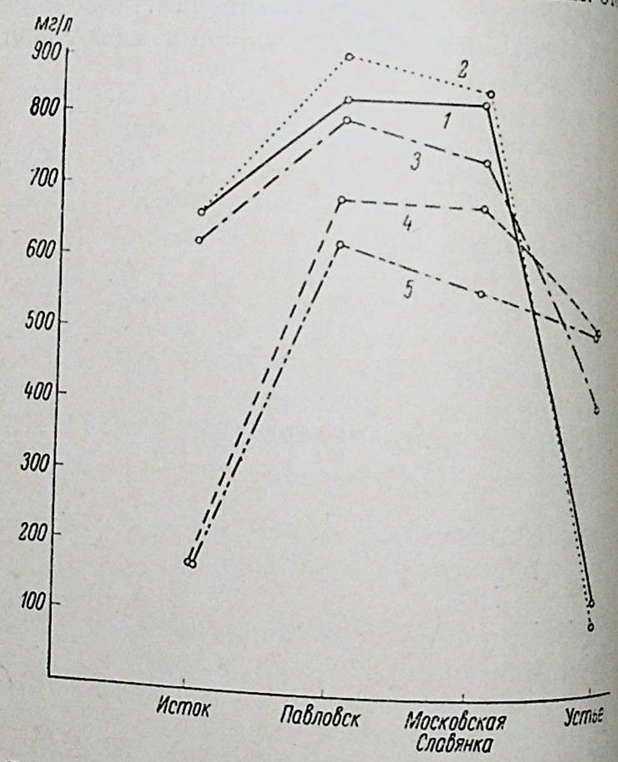



Рис. 4. Сезонные изменения минерализации воды р. Славянки по течению в 1963—1964 гг.

*1* — III 1963; *2* — II 1964; *3* — VII 1963; *4* — V 1963; *5* — X 1963.

(табл. 2) и, во-вторых, влиянием подпора воды нижних притоков в их устье невской водой.

Последнее явление наблюдалось для всех притоков, расположенных ближе к Финскому заливу (рис. 3). Наблюдение за изменением минерализации воды притоков вниз по течению обнаружило заметное снижение ее в воде Тосны и Славянки в устье рек за счет проникновения в них невской воды. Для одних притоков подпор больше, для других меньше;



в значительной мере он, видимо, зависит от расхода воды соответствующего притока в данный момент и соотношения между ним и расходом воды в Неве. Об этом свидетельствует, например, значительное колебание величины подпора в устье Славянки в разные сезоны одного и того же года и, напротив, близость этих величин для одного и того же сезона разных лет (рис. 4).

Возвращаясь к закономерности изменения содержания катионов и анионов воды Невы по течению, следует отметить ясно выраженную симбатность в характере изменения главных ионов ($HCO_3'$, $SO_4''$, $Ca^{\cdot\cdot}$) и общей минерализации, при этом она наблюдается не только в отношении влияния притоков, но и по всему течению Невы.

Полная симбатность имеет место и в изменении хлоридов и щелочных ионов в воде Невы как по течению, так и относительно влияния на их содержание притоков. Иными словами, притоки Невы располагаются в один и тот же ряд по содержанию в них хлоридов и щелочных ионов: наиболее богаты теми и другими ионами нижние притоки Невы (Б. Охта, Мурзинка, Ижора, Славянка), а наиболее бедны ими верхние и особенно Черная речка.

Отражая относительно большую стабильность ионного состава и величины общей минерализации по течению Невы, характерную вообще для рек малой протяженности, индекс воды Невы ($C_{II}^{Ca}$) сохраняется на всем ее протяжении.

ТАБЛИЦА 3

Изменение солевого состава воды Невы по течению (% экв.)

| Место взятия пробы | Время взятия пробы | $HCO_3'$ | $SO_4''$ | $Cl'$ | $Ca^{\cdot\cdot}$ | $Mg^{\cdot\cdot}$ | $Na^{\cdot} + K^{\cdot}$ | Общая минерализация, в мг/л |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Исток | X 1962 | 33.4 | 7.2 | 9.4 | 27.6 | 11.3 | 11.1 | 55 |
| Устье | | 33.6 | 7.8 | 8.6 | 25.2 | 12.6 | 12.2 | 61 |
| Исток | V 1963 | 32.1 | 7.9 | 10.0 | 28.4 | 9.8 | 11.8 | 57 |
| Устье | | 32.1 | 8.0 | 9.9 | 26.9 | 10.1 | 13.0 | 63 |
| Исток | VII 1963 | 31.8 | 9.0 | 9.2 | 25.0 | 11.8 | 13.2 | 52 |
| Устье | | 30.0 | 9.5 | 10.5 | 22.4 | 10.1 | 17.5 | 61 |

Однако при всем отмеченном выше постоянстве солевого состава воды Невы по течению, сравнивая анализы проб воды, отобранных у истока и устья реки (табл. 3), можно заметить хотя и слабо выраженную, но вполне закономерную тенденцию к повышению минерализации устьевых проб за счет сульфатов, а иногда и хлоридов щелочных металлов и отчасти магния.

В среднем же течении реки ионный состав и общая минерализация воды Невы колеблются около каких-то средних величин. Заметное, а часто и довольно значительное отклонение от них наблюдается лишь в отдельных случаях — непосредственно после впадения в Неву притоков, главным образом нижних и в основном только у одного из берегов.

Вообще же горизонтальная неоднородность воды Невы в отношении ионного состава выражена довольно слабо. В период исследования она констатирована нами только на 2 разрезах Невы — в месте впадения в нее Славянки и Б. Охты (табл. 4). Из таблицы видно, что после впадения в Неву левобережного притока — Славянки — у этого берега отмечаются повышенные и временами значительно по сравнению со стрежнем реки и правым берегом величины почти всех компонентов солевого состава,

## ТАБЛИЦА 4

Неоднородность солевого состава Невы по ширине реки (в мг/л)

| Ионы | Ниже р. Славянки | | | | | | | | | | | | Ниже р. Б. Охты | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | VII 1962 | | | X 1962 | | | III 1963 | | | VII 1963 | | | X 1962 | | |
| | левый берег | середина | правый берег | левый берег | середина | правый берег | левый берег | середина | правый берег | левый берег | середина | правый берег | левый берег | середина | правый берег |
| $HCO_3'$ . . | 63.2 | 30.5 | 27.4 | 39.7 | 30.5 | 30.3 | 51.8 | 35.1 | 35.1 | 42.7 | 27.5 | 27.5 | 36.6 | 33.5 | 36 |
| $SO_4''$ . . . | 21.7 | 7.1 | 6.5 | 5.8 | 5.8 | 5.3 | 8.5 | 6.1 | 6.7 | 6.4 | 5.3 | 6.8 | 7.6 | 6.2 | 6 |
| $Cl'$ . . . . | 9.2 | 4.6 | 4.6 | 5.5 | 5.2 | 5.2 | 7.8 | 6.0 | 6.0 | 6.2 | 4.7 | 4.6 | 6.5 | 5.1 | 6 |
| $Ca^{··}$ . . . . | 18.8 | 8.0 | 8.0 | 8.9 | 8.3 | 8.3 | 12.1 | 9.0 | 9.0 | 10.1 | 7.1 | 7.1 | 8.7 | 8.3 | 9 |
| $Mg^{··}$ . . . | 6.2 | 1.4 | 1.4 | 2.7 | 2.3 | 2.3 | 3.8 | 2.6 | 2.6 | 3.0 | 2.1 | 2.0 | 2.5 | 2.4 | 3 |
| $Na'+K'$ . . | 7.8 | 5.4 | 3.9 | 5.4 | 4.2 | 3.9 | 8.3 | 5.2 | 5.6 | 6.5 | 4.3 | 5.0 | 7.6 | 5.2 | 3 |
| Общая минерализация . . . | 127 | 57 | 52 | 68 | 56 | 55 | 92 | 64 | 65 | 75 | 51 | 53 | 69 | 61 | 5 |

а как мы увидим ниже, изменения величины и многих других химическ ингредиентов.

Наибольшая разница (в 1.5—2.3 раза) в солевом составе по ширин реки наблюдалась в летнюю межень обоих лет исследования (1962 1963 гг.) и в марте 1963 г. перед вскрытием Невы. Однако, как показыва та же таблица, изменение солевого состава воды Невы локализуется толь у левого берега и не распространяется даже до середины реки, а у пр вого берега Невы влияние впадения Славянки практически не ощущается

Стабильность солевого состава воды Невы по ширине реки нарушает также впадением в нее нижнего правобережного притока — Б. Охт И здесь повышение минерализации наблюдается только у одного берег (левого), постепенно оно уменьшается к середине реки и при приближ нии к другому берегу (правому) (табл. 4). То обстоятельство, что влияни Б. Охты ощущается более сильно у противоположного берега, по-видимому связано с изгибом здесь Невы и изменением направления ее основно струи.

Переходя к описанию сезонных изменений солевого состава вод Невы, следует указать, что они в значительной мере определяются гидр логическими ее особенностями, описанными Нежиховским (Нежихов ский, 1957) и подробно рассмотренными в статье А. Г. Гусева (Гусев и др наст. сб.).

## ТАБЛИЦА 5

Сезонные изменения солевого состава воды Невы на стрежне реки у ее истока

| Время взятия пробы | $HCO_3'$ | | $SO_4''$ | | $Cl'$ | | $Ca^{··}$ | | $Mg^{··}$ | | $Na'+K'$ | | Сумма ионов, в мг/л |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | мг/л | % экв. | мг/л | % экв. | мг/л | % экв. | мг/л | % экв. | мг/л | % экв. | мг/л | % экв. | |
| VII 1962 | 30.5 | 33.4 | 5.2 | 7.2 | 5.0 | 9.4 | 8.3 | 27.6 | 2.1 | 11.3 | 4.2 | 11.1 | 55 |
| X 1962 | 30.5 | 32.7 | 6.6 | 9.0 | 4.5 | 8.3 | 8.0 | 26.2 | 2.1 | 11.1 | 4.8 | 12.7 | 56 |
| III 1963 | 33.6 | 32.5 | 6.1 | 7.5 | 6.0 | 10.0 | 8.6 | 25.4 | 2.0 | 9.8 | 3.8 | 14.8 | 60 |
| V 1963 | 30.5 | 32.1 | 5.9 | 7.9 | 5.5 | 10.0 | 8.9 | 28.4 | 1.9 | 9.8 | 4.6 | 11.8 | 57 |
| VII 1963 | 27.5 | 31.8 | 6.2 | 9.0 | 4.6 | 9.2 | 7.1 | 25.0 | 2.1 | 11.8 | 4.7 | 13.2 | 52 |
| X 1963 | 33.5 | 34.4 | 5.2 | 6.8 | 4.9 | 8.8 | 8.4 | 26.3 | 2.1 | 10.7 | 5.2 | 13.0 | 59 |



## ТАБЛИЦА 6

Сезонные изменения солевого состава воды Невы у Ивановских порогов (на стрежне реки) в мае и июле 1963 г.

| Время отбора проб | $HCO_3'$ | | $SO_4''$ | | $Cl'$ | | $Ca^{··}$ | | $Mg^{··}$ | | $Na'+K'$ | | Общая минерализация, в мг/л |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | мг/л | % экв. | мг/л | % экв. | мг/л | % экв. | мг/л | % экв. | мг/л | % экв. | мг/л | % экв. | |
| V 1963 | 30.5 | 32.3 | 5.9 | 8.0 | 5.3 | 9.7 | 8.9 | 28.6 | 2.1 | 11.2 | 4.0 | 10.2 | 57 |
| VII 1963 | 30.5 | 33.0 | 6.1 | 8.4 | 4.6 | 8.6 | 7.1 | 23.4 | 2.1 | 11.1 | 5.8 | 15.5 | 56 |

## ТАБЛИЦА 7

Сезонные изменения солевого состава воды Невы ниже впадения р. Славянки (на стрежне реки)

| Время взятия пробы | $HCO_3'$ | | $SO_4''$ | | $Cl'$ | | $Ca^{··}$ | | $Mg^{··}$ | | $Na'+K'$ | | Общая минерализация, в мг/л |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | мг/л | % экв. | мг/л | % экв. | мг/л | % экв. | мг/л | % экв. | мг/л | % экв. | мг/л | % экв. | |
| VII 1962 | 30.5 | 32.1 | 7.1 | 9.5 | 4.6 | 8.4 | 8.0 | 25.7 | 1.4 | 10.3 | 5.4 | 14.0 | 57 |
| X 1962 | 30.5 | 32.5 | 5.8 | 7.9 | 5.2 | 9.6 | 8.3 | 26.8 | 2.3 | 12.2 | 4.2 | 11.0 | 56 |
| III 1963 | 35.1 | 33.0 | 6.1 | 7.3 | 6.0 | 9.7 | 9.0 | 25.7 | 2.6 | 12.3 | 5.2 | 12.0 | 64 |
| V 1963 | 30.5 | 32.0 | 6.1 | 8.1 | 5.5 | 9.9 | 9.3 | 29.5 | 1.9 | 9.8 | 4.2 | 8.7 | 57 |
| VII 1963 | 27.5 | 32.5 | 5.3 | 7.9 | 4.7 | 9.6 | 7.1 | 25.5 | 2.1 | 12.1 | 4.3 | 12.4 | 51 |

## ТАБЛИЦА 8

Сезонные изменения солевого состава воды Невы ниже впадения р. Б. Охты (у правого берега)

| Время взятия пробы | $HCO_3'$ | | $SO_4''$ | | $Cl'$ | | $Ca^{··}$ | | $Mg^{··}$ | | $Na'+K'$ | | Общая минерализация, в мг/л |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | мг/л | % экв. | мг/л | % экв. | мг/л | % экв. | мг/л | % экв. | мг/л | % экв. | мг/л | % экв. | |
| X 1962 | 30.5 | 31.2 | 5.1 | 6.6 | 6.9 | 12.2 | 9.1 | 28.2 | 2.5 | 12.9 | 3.6 | 8.9 | 58 |
| V 1963 | 33.6 | 31.6 | 7.4 | 8.9 | 5.8 | 9.5 | 9.3 | 26.6 | 2.1 | 10.0 | 5.8 | 13.4 | 64 |
| VII 1963 | 30.5 | 18.5 | 25.3 | 19.4 | 11.6 | 12.1 | 9.4 | 17.2 | 3.1 | 9.3 | 15.9 | 23.5 | 96 |

## ТАБЛИЦА 9

Сезонные изменения солевого состава воды Невы в устье (на стрежне реки)

| Время взятия пробы | $HCO_3'$ | | $SO_4''$ | | $Cl'$ | | $Ca^{··}$ | | $Mg^{··}$ | | $Na'+K'$ | | Общая минерализация, в мг/л |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | мг/л | % экв. | мг/л | % экв. | мг/л | % экв. | мг/л | % экв. | мг/л | % экв. | мг/л | % экв. | |
| X 1962 | 33.6 | 33.6 | 6.1 | 7.8 | 5.0 | 8.6 | 8.3 | 25.2 | 2.5 | 12.6 | 5.0 | 12.2 | 60 |
| V 1963 | 33.6 | 32.1 | 6.6 | 8.0 | 6.0 | 9.9 | 9.4 | 26.9 | 2.1 | 10.1 | 5.5 | 13.0 | 63 |
| VII 1963 | 30.5 | 30.0 | 7.6 | 9.5 | 6.2 | 10.5 | 7.5 | 22.4 | 2.1 | 10.1 | 7.4 | 17.5 | 61 |

Сезонные изменения солевого комплекса ее воды на всем ее протяжении относительно невелики (табл. 5—9). Все же некоторые изменения и в величине общей минерализации, и в отношении ионов имеют место в течение года и от года к году, причем характер этих изменений достаточно удовлетворительно увязывается с происходящими в указанные периоды изменениями водности Невы (рис. 5, табл. 7).

В самом деле, как показывает рис. 5, на участке Невы ниже впадения Славянки, для которого мы располагали материалами о расходах Невы в период наших исследований, наблюдается хорошее соответствие между расходами и величиной минерализации воды Невы для всех временных точек за исключением июля 1963 г.

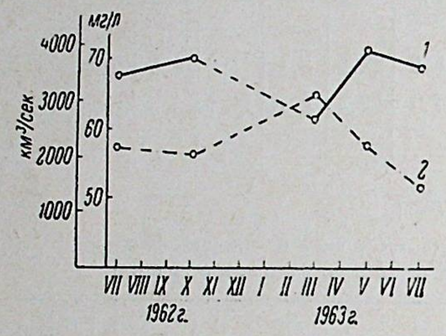



Рис. 5. Соотношение величины минерализации и расходов воды Невы на створе ниже Славянки в 1962—1963 гг.

*1* — расход воды; *2* — минерализация воды.

### 3. Солевой состав воды притоков Невы

Солевой состав воды притоков Невы по сравнению с самой Невой, как уже указано выше, подвержен значительно большим колебаниям и во времени, и в пространстве. Особенно это относится к нижним ее притокам: Ижоре, Славянке, Б. Охте.

Вообще, исходя из величины общей минерализации, притоки Невы можно разделить на 2 группы: верхние притоки (включая Тосну) и нижние (начиная с Ижоры и кончая Б. Охтой). Общая минерализация воды верхних притоков, судя по их устьевой части, довольно однотипна, за исключением самого верхнего из них — Черной речки, минерализация которой не отличается от минерализации самой Невы (табл. 10). Минерализация же воды Мойки, Мги и Тосны одного порядка и несколько больше: обычно 60—80 мг/л (табл. 11—13).

ТАБЛИЦА 10

Сезонные изменения солевого состава воды в устье Черной речки

| Время взятия пробы | $HCO_3'$ | | $SO_4''$ | | $Cl'$ | | $Ca^{\cdot\cdot}$ | | $Mg^{\cdot\cdot}$ | | $Na^{\cdot}+K^{\cdot}$ | | Общая минерализация, в мг/л |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | мг/л | % экв. | мг/л | % экв. | мг/л | % экв. | мг/л | % экв. | мг/л | % экв. | мг/л | % экв. | |
| X 1962 | 24.4 | 30.8 | 8.0 | 13.0 | 2.8 | 6.2 | 7.2 | 27.7 | 3.2 | 20.0 | 0.7 | 2.3 | 46 |
| III 1963 | 36.6 | 31.9 | 8.6 | 9.5 | 5.7 | 8.6 | 8.1 | 21.7 | 3.6 | 15.8 | 5.9 | 12.5 | 68 |
| V 1963 | 30.5 | 33.4 | 6.2 | 8.6 | 4.2 | 8.0 | 8.4 | 28.1 | 2.8 | 15.4 | 2.4 | 6.5 | 55 |
| VII 1963 | 33.5 | 33.4 | 7.4 | 9.3 | 4.2 | 7.3 | 9.0 | 27.3 | 1.2 | 7.9 | 6.1 | 14.8 | 61 |

При переходе к Ижоре наблюдается резкое увеличение степени минерализации воды: величина ее в устье реки в разные сезоны составляла 228—483 мг/л, а в истоке и в среднем течении бывала, видимо, еще выше (табл. 14). Достаточно высоко минерализованной водой характеризуются и 2 других нижних притока Невы: Славянка и Б. Охта (табл. 15, 16).

Изменение солевого состава по длине притока от истока до устья было многократно прослежено в 1963 г. для р. Славянки, а в феврале 1964 г., кроме того, еще для Тосны и Ижоры. Одновременно был исследован также небольшой участок нижнего течения р. Б. Охты.



ТАБЛИЦА 11

Сезонные изменения солевого состава воды в устье Мойки в 1962—1963 гг.

| Время взятия пробы | $HCO_3'$ | | $SO_4''$ | | $Cl'$ | | $Ca^{\cdot\cdot}$ | | $Mg^{\cdot\cdot}$ | | $Na^{\cdot}+K^{\cdot}$ | | Общая минерализация, в мг/л |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | мг/л | % экв. | мг/л | % экв. | мг/л | % экв. | мг/л | % экв. | мг/л | % экв. | мг/л | % экв. | |
| VII 1962 | 36.6 | 33.3 | 12.9 | 15.0 | 1.1 | 1.7 | 8.0 | 22.2 | 3.0 | 13.9 | 6.2 | 13.9 | 68 |
| X 1962 | 42.7 | 37.3 | 5.5 | 6.1 | 4.4 | 6.6 | 10.2 | 27.0 | 2.7 | 11.7 | 5.2 | 11.2 | 71 |
| III 1963 | 48.8 | 36.6 | 7.8 | 8.4 | 4.6 | 6.0 | 12.8 | 29.4 | 3.6 | 13.4 | 4.0 | 7.2 | 82 |
| V 1963 | 53.3 | 39.0 | 6.5 | 6.0 | 3.9 | 5.0 | 11.9 | 26.6 | 3.8 | 13.8 | 5.4 | 9.6 | 85 |
| VII 1963 | 48.8 | 36.0 | 6.2 | 5.8 | 6.5 | 8.2 | 26.6 | 25.3 | 3.2 | 11.7 | 7.3 | 13.0 | 83 |
| X 1963 | 21.4 | 22.1 | 16.5 | 21.6 | 3.5 | 6.3 | 8.2 | 27.8 | 2.9 | 15.1 | 2.8 | 7.1 | 55 |

ТАБЛИЦА 12

Сезонные изменения солевого состава воды в устье Мги в 1962—1963 гг.

| Время взятия пробы | $HCO_3'$ | | $SO_4''$ | | $Cl'$ | | $Ca^{\cdot\cdot}$ | | $Mg^{\cdot\cdot}$ | | $Na^{\cdot}+K^{\cdot}$ | | Общая минерализация, в мг/л |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | мг/л | % экв. | мг/л | % экв. | мг/л | % экв. | мг/л | % экв. | мг/л | % экв. | мг/л | % экв. | |
| VII 1962 | 33.5 | 40.6 | 4.6 | 7.1 | 1.1 | 2.3 | 8.8 | 32.6 | 2.6 | 15.5 | 0.7 | 1.9 | 51 |
| X 1962 | 54.9 | 43.6 | 4.4 | 4.5 | 1.4 | 1.9 | 12.8 | 31.0 | 4.3 | 16.9 | 0.8 | 2.1 | 79 |
| III 1963 | 42.7 | 34.2 | 7.4 | 7.5 | 6.0 | 8.3 | 11.3 | 27.6 | 3.4 | 13.3 | 4.6 | 9.1 | 76 |
| V 1963 | 48.8 | 43.0 | 3.4 | 3.8 | 2.1 | 3.2 | 11.9 | 32.0 | 3.8 | 16.5 | 0.7 | 1.5 | 71 |
| VII 1963 | 73.2 | 38.7 | 7.4 | 4.9 | 7.0 | 6.4 | 16.5 | 26.5 | 4.8 | 12.8 | 8.3 | 10.7 | 117 |
| X 1963 | 22.9 | 20.4 | 16.5 | 18.7 | 7.1 | 10.9 | 10.2 | 27.7 | 4.3 | 19.4 | 1.3 | 2.9 | 62 |

ТАБЛИЦА 13

Сезонные изменения солевого состава воды в устье Тосны в 1962—1964 гг.

| Время взятия пробы | $HCO_3'$ | | $SO_4''$ | | $Cl'$ | | $Ca^{\cdot\cdot}$ | | $Mg^{\cdot\cdot}$ | | $Na^{\cdot}+K^{\cdot}$ | | Общая минерализация, в мг/л |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | мг/л | % экв. | мг/л | % экв. | мг/л | % экв. | мг/л | % экв. | мг/л | % экв. | мг/л | % экв. | |
| VII 1962 | 42.7 | 37.3 | 9.1 | 10.1 | 1.8 | 2.6 | 8.6 | 22.9 | 5.1 | 22.4 | 2.2 | 4.7 | 69 |
| X 1962 | 50.3 | 43.2 | 3.9 | 4.3 | 1.7 | 2.5 | 11.0 | 28.9 | 4.7 | 20.4 | 0.3 | 0.7 | 72 |
| III 1963 | 48.8 | 35.9 | 6.0 | 5.6 | 6.7 | 8.5 | 12.5 | 27.9 | 3.1 | 11.4 | 5.9 | 10.7 | 83 |
| V 1963 | 39.6 | 40.9 | 4.1 | 5.4 | 2.1 | 3.7 | 8.4 | 26.6 | 4.0 | 20.7 | 1.1 | 2.7 | 59 |
| VII 1963 | 54.9 | 35.4 | 7.3 | 6.0 | 7.8 | 8.6 | 12.0 | 23.5 | 3.9 | 12.5 | 8.9 | 14.0 | 95 |
| X 1963 | 33.5 | 23.5 | 20.9 | 18.7 | 6.4 | 7.8 | 11.8 | 25.3 | 4.5 | 15.8 | 5.1 | 8.9 | 82 |
| II 1964 | 48.8 | 34.7 | 6.4 | 5.8 | 7.8 | 9.5 | 11.7 | 25.4 | 4.4 | 15.6 | 5.2 | 9.0 | 84 |

## ТАБЛИЦА 14

Сезонные изменения солевого состава воды в устье Ижоры в 1962—1964 гг.

| Время взятия пробы | $HCO_3'$ | | $SO_4''$ | | $Cl'$ | | $Ca^{\cdot\cdot}$ | | $Mg^{\cdot\cdot}$ | | $Na^{\cdot}+K^{\cdot}$ | | $NO_3'$ | | Общая минерализация, в мг/л |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | мг/л | % экв. | мг/л | % экв. | мг/л | % экв. | мг/л | % экв. | мг/л | % экв. | мг/л | % экв. | мг/л | % экв. | |
| VII 1962 | 137.4 | 36.3 | 27.6 | 9.3 | 9.6 | 4.4 | 34.7 | 27.9 | 14.5 | 19.2 | 4.5 | 2.9 | — | — | |
| X 1962 | 286.7 | 42.3 | 27.8 | 5.2 | 9.9 | 2.5 | 59.5 | 26.8 | 27.1 | 20.0 | 8.7 | 3.2 | — | — | |
| III 1963 | 326.4 | 41.6 | 30.8 | 5.0 | 15.5 | 3.4 | 63.9 | 24.8 | 32.7 | 20.9 | 13.7 | 4.3 | — | — | |
| V 1963 | 237.9 | 42.1 | 22.4 | 5.0 | 9.6 | 2.9 | 49.7 | 26.8 | 22.6 | 20.1 | 7.2 | 3.1 | — | — | |
| VII 1963 | 289.8 | 42.3 | 23.9 | 4.4 | 13.0 | 3.3 | 52.1 | 23.2 | 27.5 | 20.1 | 18.8 | 6.7 | — | — | |
| X 1963 | 201.3 | 33.5 | 53.9 | 11.4 | 17.9 | 5.1 | 50.7 | 25.6 | 22.4 | 18.7 | 13.9 | 5.7 | — | — | |
| II 1964 | 175.4 | 39.2 | 18.7 | 5.3 | 10.6 | 4.1 | 39.5 | 26.9 | 16.1 | 18.0 | 9.2 | 5.1 | 6.2 | 1.4 | |

## ТАБЛИЦА 15

Сезонные изменения солевого состава воды в устье Славянки в 1962—1964 гг.

| Время взятия пробы | $HCO_3'$ | | $SO_4''$ | | $Cl'$ | | $Ca^{\cdot\cdot}$ | | $Mg^{\cdot\cdot}$ | | $Na^{\cdot}+K^{\cdot}$ | | $NH_4^{\cdot}$ | | Общая минерализация, в мг/л |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | мг/л | % экв. | мг/л | % экв. | мг/л | % экв. | мг/л | % экв. | мг/л | % экв. | мг/л | % экв. | мг/л | % экв. | |
| VII 1962 | 140.3 | 29.4 | 53.0 | 13.9 | 18.8 | 6.7 | 40.5 | 25.5 | 15.6 | 16.0 | 17.0 | 8.5 | — | — | 284 |
| X 1962 | 48.8 | 33.3 | 8.8 | 7.6 | 6.8 | 9.1 | 11.6 | 24.2 | 3.7 | 12.5 | 8.0 | 13.0 | — | — | 87 |
| III 1963 | 51.9 | 32.9 | 8.8 | 7.1 | 9.21 | 10.0 | 12.5 | 24.1 | 38.4 | 12.1 | 8.9 | 13.8 | — | — | 130 |
| V 1963 | 295.8 | 33.8 | 64.0 | 9.2 | 35.4 | 7.0 | 63.5 | 22.1 | 26.4 | 15.1 | 45.8 | 12.8 | — | — | 530 |
| VII 1963 | 244.0 | 37.5 | 25.8 | 5.0 | 28.3 | 7.5 | 42.1 | 19.7 | 18.9 | 14.5 | 42.1 | 15.8 | — | — | 401 |
| X 1963 | 225.7 | 26.1 | 104.9 | 15.5 | 42.2 | 8.4 | 63.5 | 22.4 | 25.2 | 14.6 | 4.6 | 13.0 | — | — | 466 |
| II 1964 | 56.4 | 33.9 | 8.6 | 6.6 | 9.2 | 9.5 | 13.2 | 24.2 | 4.9 | 14.7 | 5.6 | 8.2 | 1.5 | 2.9 | 99 |

## ТАБЛИЦА 16

Сезонные изменения солевого состава воды в устье Б. Охты в 1962—1964 гг.

| Время взятия пробы | $HCO_3'$ | | $SO_4''$ | | $Cl'$ | | $Ca^{\cdot\cdot}$ | | $Mg^{\cdot\cdot}$ | | $Na^{\cdot}+K^{\cdot}$ | | Общая минерализация, в мг/л |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | мг/л | % экв. | мг/л | % экв. | мг/л | % экв. | мг/л | % экв. | мг/л | % экв. | мг/л | % экв. | |
| X 1962 | 36.6 | 22.0 | 22.7 | 17.3 | 10.3 | 10.7 | 10.5 | 19.3 | 3.0 | 9.0 | 14.8 | 21.7 | 98 |
| V 1963 | 42.7 | 10.7 | 94.2 | 29.8 | 22.0 | 9.5 | 18.5 | 14.0 | 5.2 | 6.4 | 48.5 | 29.6 | 231 |
| VII 1963 | 33.5 | 4.9 | 171.4 | 32.2 | 51.0 | 12.9 | 28.5 | 12.8 | 6.4 | 4.7 | 90.3 | 32.5 | 381 |
| II 1964 | 57.9 | 5.9 | 245.4 | 31.7 | 70.9 | 12.4 | 43.3 | 13.4 | 10.3 | 5.2 | 151.0 | 43.8 | 578 |

Из табл. 17, 18 видно, что минерализация воды Тосны и Ижоры зимой лишь незначительно возрастает от истока к нижнему течению, а в устье обеих рек из-за подпора невской воды наблюдается довольно резкое снижение минерализации. При этом весьма сходным оказывается для этих рек и характер изменения по течению ионного состава воды: наблю-



## ТАБЛИЦА 17

Изменение солевого состава воды Тосны по течению реки

| Место взятия пробы | $HCO_3'$ | | $SO_4''$ | | $Cl'$ | | $Ca^{\cdot\cdot}$ | | $Mg^{\cdot\cdot}$ | | $Na^{\cdot}+K^{\cdot}$ | | Общая минерализация, в мг/л |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | мг/л | % экв. | мг/л | % экв. | мг/л | % экв. | мг/л | % экв. | мг/л | % экв. | мг/л | % экв. | |
| Исток . . . | 225.7 | 45.4 | 3.2 | 0.8 | 11.0 | 3.8 | 35.3 | 21.6 | 18.6 | 18.8 | 19.6 | 9.6 | 313 |
| Выше с. Никольского | 216.5 | 42.8 | 4.8 | 1.2 | 17.7 | 6.0 | 35.9 | 20.9 | 18.4 | 18.2 | 22.4 | 10.9 | 316 |
| У кирпичного завода . . . | 216.5 | 41.0 | 7.6 | 1.8 | 22.0 | 7.2 | 35.9 | 20.1 | 18.4 | 17.4 | 26.9 | 12.5 | 327 |
| Устье . . . . | 48.8 | 34.7 | 6.4 | 5.8 | 7.8 | 9.5 | 11.7 | 25.4 | 4.4 | 15.6 | 5.2 | 9.0 | 84 |

## ТАБЛИЦА 18

Изменение солевого состава воды Ижоры и Б. Охты по течению

| Место взятия пробы | $HCO_3'$ | | $SO_4''$ | | $Cl'$ | | $NO_3'$ | | $Ca^{\cdot\cdot}$ | | $Mg^{\cdot\cdot}$ | | $Na^{\cdot}+K^{\cdot}$ | | $NH_4^{\cdot}$ | | Общая минерализация, в мг/л |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | мг/л | % экв. | мг/л | % экв. | мг/л | % экв. | мг/л | % экв. | мг/л | % экв. | мг/л | % экв. | мг/л | % экв. | мг/л | % экв. | |
| Ижора, исток | 341.6 | 40.1 | 29.0 | 4.3 | 17.0 | 3.5 | 18.0 | 2.1 | 67.5 | 24.2 | 34.1 | 20.1 | 20.0 | 5.7 | — | — | 527 |
| У кирпичного завода | 356.9 | 40.3 | 32.4 | 4.8 | 15.6 | 3.0 | 17.0 | 1.9 | 71.9 | 24.9 | 32.7 | 18.6 | 23.6 | 6.5 | — | — | 550 |
| Устье | 175.4 | 39.2 | 18.7 | 5.3 | 10.6 | 4.1 | 6.2 | 1.4 | 39.5 | 26.9 | 16.1 | 18.0 | 9.2 | 5.2 | — | — | 276 |
| Б. Охта (озеро) | 45.8 | 21.3 | 22.6 | 13.4 | 15.6 | 12.5 | 6.2 | 2.8 | 11.4 | 16.1 | 4.6 | 10.7 | 17.6 | 20.0 | 2.0 | 3.2 | 126 |
| У Комаровского моста | 57.9 | 5.9 | 245.4 | 31.7 | 70.9 | 12.4 | — | — | 43.3 | 13.4 | 10.1 | 5.2 | 148.8 | 37.0 | 2.0 | 6.8 | 578 |

дается симбатность в изменении содержания ионов кальция, магния и гидрокарбонатного, с одной стороны, и щелочных ионов, сульфатов и хлоридов — с другой. В нижнем течении Б. Охты также имеет место весьма значительное повышение минерализации воды (табл. 18). И здесь также отмечается полное соответствие в изменении по течению реки щелочных ионов и сульфатов, кальция и хлоридов, магния и гидрокарбонатов.

Более обстоятельные исследования изменения солевого состава воды Славянки по течению (табл. 19) показывают, что независимо от времени сбора проб общая минерализация воды реки более или менее значительно возрастает после впадения сточных вод г. Павловска, а затем в среднем течении Славянки, вплоть до пос. Московская Славянка, почти не меняется. В устье же реки, как и для других притоков Невы, из-за подпора невской воды наблюдается заметное, а часто и весьма значительное снижение минерализации воды (рис. 4). Степень снижения минерализации

ТАБЛИЦА 19

Изменение солевого состава воды Славянки по течению в 1963—1964 гг.

| Место взятия пробы | Дата | $Cl'$ | | $NO_3'$ | | $HCO_3'$ | | $Ca^{··}$ | | $Mg^{··}$ | | $Na' + K'$ | | $NH_4'$ | | Общая минерализация, в мг/л |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | мг/л | % экв. | мг/л | % экв. | мг/л | % экв. | мг/л | % экв. | мг/л | % экв. | мг/л | % экв. | мг/л | % экв. | |
| Исток | III 1963 | 6.4 | 3.6 | — | — | 347.7 | 31.0 | 101.0 | 27.5 | 39.1 | 17.5 | 23.2 | 5.0 | — | — | 670 |
| | V 1963 | 3.9 | 3.1 | — | — | 118.9 | 42.5 | 28.1 | 30.6 | 10.4 | 18.5 | 1.0 | 0.9 | — | — | 173 |
| | VII 1963 | 9.4 | 9.5 | — | — | 341.6 | 32.2 | 72.7 | 20.9 | 37.2 | 17.6 | 50.0 | 11.5 | — | — | 629 |
| | X 1963 | 5.6 | 5.7 | — | — | 82.3 | 28.1 | 29.2 | 30.3 | 8.8 | 15.1 | 5.5 | 4.6 | — | — | 173 |
| | II 1964 | 17.0 | 3.7 | 1.5 | 1.5 | 323.3 | 28.8 | 94.8 | 25.7 | 36.4 | 16.3 | 37.3 | 8.0 | — | — | 675 |
| Ниже г. Павловска | III 1963 | 13.0 | 7.2 | — | — | 503.2 | 37.3 | 75.4 | 17.1 | 38.2 | 14.2 | 103.2 | 18.7 | — | — | 834 |
| | V 1963 | 8.4 | 5.8 | — | — | 420.9 | 37.2 | 67.2 | 19.2 | 37.1 | 16.5 | 66.5 | 14.2 | — | — | 692 |
| | VII 1963 | 11.7 | 8.2 | — | — | 475.8 | 36.8 | 73.3 | 17.3 | 36.5 | 14.1 | 98.6 | 18.6 | — | — | 796 |
| | X 1963 | 8.7 | 6.1 | — | — | 350.8 | 33.8 | 69.8 | 20.5 | 30.9 | 14.9 | 62.1 | 14.6 | — | — | 633 |
| | II 1964 | 10.8 | 7.8 | — | — | 552.1 | 37.1 | 79.0 | 16.2 | 39.5 | 13.3 | 69.3 | 11.4 | 40.3 | 9.1 | 907 |
| У пос. Московская Славянка | III 1963 | 9.6 | 6.9 | — | — | 512.4 | 38.4 | 76.6 | 17.5 | 38.3 | 14.4 | 99.3 | 18.1 | — | — | 830 |
| | V 1963 | 8.9 | 6.5 | — | — | 408.7 | 36.4 | 67.5 | 20.2 | 34.8 | 15.5 | 65.8 | 14.3 | — | — | 682 |
| | VII 1963 | 9.8 | 7.3 | — | — | 463.6 | 38.0 | 71.1 | 17.8 | 34.7 | 14.2 | 89.8 | 18.0 | — | — | 756 |
| | X 1963 | 8.9 | 6.8 | — | — | 292.8 | 31.0 | 69.1 | 22.2 | 30.9 | 16.4 | 44.0 | 11.4 | — | — | 565 |
| | II 1964 | 12.0 | 9.1 | — | — | 503.3 | 35.6 | 77.5 | 16.6 | 40.5 | 14.4 | 78.0 | 13.5 | 23.0 | 5.5 | 856 |
| Устье | III 1963 | 14.0 | 10.0 | — | — | 51.9 | 32.9 | 12.5 | 24.1 | 38.4 | 12.1 | 8.9 | 13.8 | — | — | 130 |
| | V 1963 | 9.8 | 7.0 | — | — | 295.8 | 33.8 | 63.6 | 22.1 | 26.4 | 15.1 | 45.8 | 12.8 | — | — | 531 |
| | VII 1963 | 10.5 | 7.5 | — | — | 244.0 | 37.5 | 42.1 | 19.7 | 18.9 | 14.5 | 42.1 | 15.8 | — | — | 402 |
| | X 1963 | 11.8 | 8.4 | — | — | 225.7 | 26.1 | 63.5 | 22.4 | 25.2 | 14.6 | 45.7 | 13.0 | — | — | 507 |
| | II 1964 | 13.3 | 9.5 | — | — | 56.4 | 33.9 | 13.2 | 24.2 | 4.9 | 14.7 | 5.6 | 8.2 | 1.5 | 2.9 | 99 |

воды в устье Славянки и весь ход кривых изменения величины общей минерализации воды и содержания в ней отдельных ионов по течению реки носит, как уже отмечалось выше, сезонный характер.

В самом деле, табл. 19 и рис. 4 свидетельствуют о том, что характер изменения минерализации воды по течению Славянки очень сходен для зимней межени 1963 и 1964 гг. Близок к нему и характер изменения минерализации в летнюю межень (июль 1963 г.) с той лишь разницей, во-первых, что величина минерализации на всех участках реки летом 1963 г. была несколько ниже, чем зимой, и, во-вторых, степень снижения минерализации в устье Славянки, наоборот, летом была заметно меньше, чем зимой обоих лет. Точно так же и в паводковые весенний и осенний периоды (май, октябрь 1963 г.) наблюдается сходное изменение по течению Славянки величины минерализации. При этом оно резко отлично от изменения меженного характера заметно меньшей минерализацией на всех участках реки, особенно в истоке. Различие состоит в том, что, наоборот, в устье реки весной и осенью имеет место значительно меньшее по сравнению с летом и зимой снижение минерализации из-за меньшего влияния невских вод.

Указанные закономерности отчетливо прослеживаются и на характере изменения содержания отдельных ионов в воде Славянки по ее течению в разные сезоны. Так, в зимнюю межень обоих лет (1963, 1964 гг.) наблюдается симбатность в изменении по течению одних и тех же ионов: кальция и сульфатов, щелочных ионов и хлоридов, магния и гидрокарбонатов. Эта симбатность проявляется к тому же не только в характере изменения, но и в близости абсолютных концентраций тех или других ионов. Точно так же она достаточно четко выражена и в паводковые месяцы 1963 г. (мае и октябре) изменением на разных участках Славянки кальция и гидрокарбонатов, магния и сульфатов, щелочных ионов и хлоридов.

## 4. Физические свойства воды Невы

Температура воды Невы по течению меняется мало и незакономерно с некоторой, очень слабой тенденцией к повышению в нижнем течении реки. Летние температуры оказываются более стабильными, чем осенние (табл. 20).

Прозрачность воды Невы на середине реки в период исследования менялась не более чем в 2 раза: максимальные значения прозрачности (2.40 м) отмечены в истоке Невы осенью 1962 г., минимальные (1.20 м) на разрезе ниже впадения Славянки летом того же года. Средняя же величина прозрачности невской воды в середине реки относительно высока и колеблется около 1.5—1.7 м. Значительное понижение прозрачности невской воды наблюдалось по левому берегу Невы сразу после впадения в нее Славянки и Б. Охты. К середине реки прозрачность здесь заметно повышается, но не достигает значений, наблюдавшихся в истоке Невы. Таким образом, в нижнем течении Невы прозрачность часто заметно понижается (рис. 6). Сезонный ход прозрачности воды Невы выражен слабо.

Цветность невской воды характеризуется средними величинами: на стрежне реки она обычно не превышает 30—35°. Отмеченные нами колебания не выходят за пределы 20° (24—44°). Как правило, наблюдается некоторое повышение цветности воды к устью Невы после принятия нижних притоков и многочисленных городских сточных вод. Увеличение цветности здесь по сравнению с истоком реки составляет 3—8°. Самая высокая цветность в период исследования отмечена нами в июле 1962 г. по левому берегу Невы после впадения Славянки. Впадение в Неву

ТАБЛИЦА 20

Характеристика физических свойств воды Невы

| Время взятия пробы | Физические свойства воды | У Петрокрепости | | | Выше Славянки | Ниже р. Славянки | | | Ниже р. Б. Охты | | | Устье Невы | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | левый берег | середина | правый берег | | левый берег | середина | правый берег | левый берег | середина | правый берег | левый берег | середина |
| VII 1962 | t° | 17.7 | 16.1 | 17.4 | 16.9 | 16.5 | 16.8 | | — | — | — | — | — |
| | Прозрачность, в м | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 0.95 | 1.20 | 1.20 | | — | — | — | — | — |
| | Цветность, в° | 24 | 24 | 34 | 34 | 32 | 30 | | — | — | — | — | — |
| X 1962 | t° | 10.4 | 10.8 | — | 10.5 | 10.5 | 10.5 | | 10.8 | 10.6 | 10.5 | 10.4 | 10.4 |
| | Прозрачность, в м | | 2.40 | — | 1.20 | 1.50 | 1.70 | | 1.25 | 1.55 | 1.40 | — | 1.5 |
| | Цветность, в° | 36 | 36 | — | 36 | 36 | 36 | | 36 | 36 | 36 | 42 | 42 |
| III 1963 | t° | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | | — | — | — | — | — |
| | Прозрачность, в м | — | — | — | — | — | — | | — | — | — | — | — |
| | Цветность, в° | 34 | 34 | 34 | 34 | 34 | 34 | | — | — | — | — | — |
| V 1963 | t° | — | 12.5 | 14.0 | 13.4 | 13.4 | 13.4 | | — | — | 13.5 | 13.2 | 13.0 |
| | Прозрачность, в м | — | 2 | 1.60 | — | — | 1.80 | | — | — | 1.70 | 1.70 | 2 |
| | Цветность, в° | — | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | | — | — | 38 | 38 | 38 |
| VII 1963 | t° | — | 17.5 | 17.8 | 18.3 | 18.0 | 18.0 | | — | — | 18.3 | 18.2 | 18.2 |
| | Прозрачность, в м | — | 1.50 | — | 1.70 | — | 1.80 | | — | — | 0.60 | 1.50 | 1.6 |
| | Цветность, в° | — | 32 | 28 | 34 | 34 | 32 | | — | — | 38 | 38 | 38 |
| X 1963 | t° | 6.5 | 6.95 | 7.0 | — | — | — | | — | — | — | — | — |
| | Прозрачность, в м | 1.20 | 1.70 | 1.70 | — | — | — | | — | — | — | — | — |
| | Цветность, в° | 44.0 | 42.0 | 44.0 | — | — | — | | — | — | — | — | — |

верхних ее притоков, характеризующихся высокой цветностью, — Черной речки, Мойки, Мги — из-за малых расходов этих рек практически не оказывает влияния на цветность невской воды.

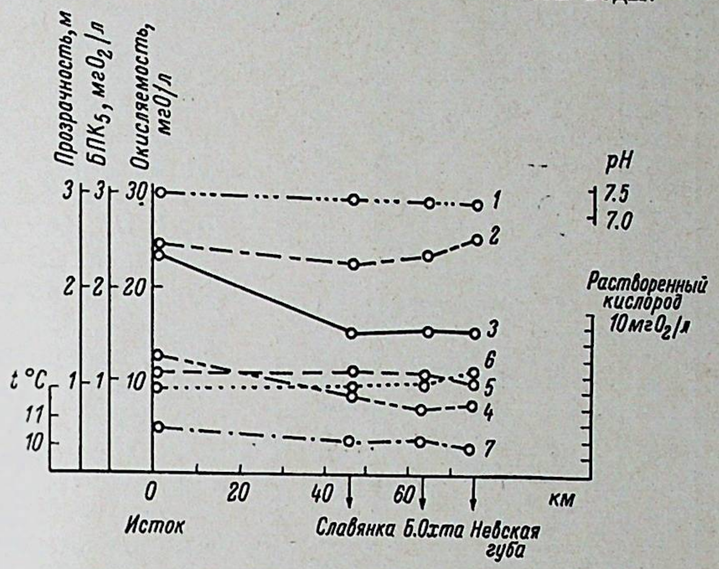



Рис. 6. Изменение химизма воды Невы по течению в октябре 1962 г. (середина реки).

*1* — pH; *2* — бихроматная окисляемость; *3* — прозрачность; *4* — $БПК_5$; *5* — $O_2$ мг/л; *6* — перманганатная окисляемость; *7* — температура.

## 5. Характеристика pH, газового состава, содержания органических веществ и биогенных элементов в воде Невы

Кривые рис. 6, изображающие для одного из моментов исследования изменение по течению активной реакции воды, растворенного в воде кислорода, $БПК_5$ и содержания органических веществ, позволяют констатировать довольно монотонный характер изменения pH и кислорода. При этом на характер изменения содержания в воде Невы растворенного кислорода по аналогии с другими реками определяющее влияние оказывает температура воды (рис. 7).

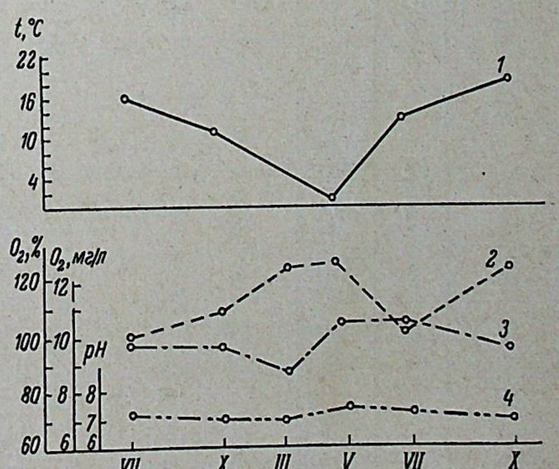



Рис. 7. Сезонные изменения температуры воды, растворенного кислорода и pH в истоке Невы в 1962—1963 гг. (середина реки).

*1* — температура; *2* — $O_2$ мг/л; *3* — $O_2$ % насыщения; *4* — pH.

Что касается кислородного режима Невы, то в общем он оказывается почти одинаково благоприятным на всех исследованных участках реки в течение всего года. Наименьшее насыщение воды растворенным кислородом в среднем створе реки наблюдалось в зимних пробах, при этом оно мало отличалось в истоке Невы и ниже впадения Славянки (85.9 и 84.5% насыщения соответственно). В период открытой воды содержание кислорода, за исключением одного случая, не падало ниже 94.3%, а летом

ТАБЛИЦА 21

Изменение содержания органических веществ, растворенного кислорода и $БПК_5$ по течению Невы (середина реки)

| Химический ингредиент | У Петрокрепости | | | | | | У Ивановских порогов | | | Ниже р. Славянки | | | | | Ниже р. Б. Охты | | | | Устье Невы | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | VII 1962 | X 1962 | III 1963 | V 1963 | VII 1963 | X 1963 | V 1963 | VII 1963 | X 1963 | VII 1962 | X 1962 | III 1963 | V 1963 | VII 1963 | X 1962 | III 1963 | V 1963 | VII 1963 | X 1962 | V 1963 | VII 1963 |
| Окисляемость, в мг О/л: перманганатная | 8.8 | 9.6 | 9.9 | 10.1 | 9.8 | 10.7 | 9.8 | 10.0 | — | 10.1 | 9.9 | 10.9 | 9.8 | 10.1 | 10.9 | — | 9.9 | 11.0 | 10.6 | 10.2 | 10.1 |
| бихроматная | 20.6 | 24.8 | 21.0 | 22.1 | 22.1 | — | 22.1 | 22.1 | — | 23.3 | 24.0 | 21.7 | 21.4 | 22.9 | 24.8 | — | 24.2 | — | 27.2 | 22.9 | 25.2 |
| % перманганатной окисляемости от бихроматной | 43 | 39 | 47 | 46 | 44 | — | 44 | 46 | — | 43 | 41 | 50 | 46 | 44 | 44 | — | 41 | — | 39 | 44 | 40 |
| $O_2$: мг/л | 9.79 | 10.94 | 12.6 | 12.7 | 10.2 | 11.6 | 11.3 | 9.98 | — | 9.5 | — | 12.4 | 11.08 | 9.54 | 10.93 | — | 11.1 | 9.52 | 9.92 | 10.8 | 9.35 |
| $O_2$: % насыщения | 96.8 | 96.9 | 85.9 | 116.8 | 103.7 | 94.3 | 105.0 | 101.9 | — | 94.7 | — | 84.5 | 103.8 | 97.9 | 96.4 | — | 104.2 | 98.2 | 87.2 | 100.3 | 96.3 |
| $БПК_5$, в мг $O_2$/л | — | 1.23 | — | 2.30 | 2.50 | 1.2 | 1.66 | 2.34 | — | 0.89 | 0.87 | 1.18 | 1.24 | 1.42 | 0.73 | — | 1.62 | 1.59 | 0.79 | 2.38 | 1.34 |

часто превышало 100% насыщения, поднимаясь максимально до 117% (табл. 21).

Содержание органических веществ в воде Невы характеризуется средними величинами окисляемости перманганатная окисляемость колеблется около 10 мг О/л, бихроматная — в пределах 20—25 мг О/л. При этом значения окисляемости, так же как цветности, сравнительно мало изменяются как по течению реки, так и во времени. Как правило, вода в истоке Невы отличается наименьшими величинами окисляемости (цветности), а в нижнем течении реки намечается некоторая тенденция к повышению (табл. 21, рис. 6).

Изменения величины $БПК_5$ в воде Невы по течению реки, и по сезонам менее закономерны, чем абсолютная величина биохимического потребления кислорода, даже наибольшая из наблюдавшихся в период исследования (2.5 мг $O_2$/л в середине реки) невелика и свидетельствует о большом разбавлении в Неве попадающих в нее загрязнений. Горизонтальная однородность воды Невы в отношении указанных химических ингредиентов отмечена нами почти всегда зависимо от времени отбора проб на тех же 2 створах реки, для которых одновременно наблюдалась в отношении солевого состава, цветности и прозрачности. Как правило, у левого берега на створе Невы ниже впадения в нее Славянки в течение всего периода наблюдений по сравнению



ТАБЛИЦА 22

Неоднородность химизма воды Невы по ширине реки

| Химический ингредиент | Ниже р. Славянки | | | | | | | | | | | | Ниже р. Б. Охты | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | VII 1962 | | | X 1962 | | | III 1963 | | | VII 1963 | | | X 1962 | | |
| | левый берег | середина | правый берег | левый берег | середина | правый берег | левый берег | середина | правый берег | левый берег | середина | правый берег | левый берег | середина | правый берег |
| pH | 7.0 | 7.05 | 7.02 | 7.15 | — | 7.03 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.25 | 7.1 | 7.1 | 7.13 | 7.15 | 6.9 |
| $O_2$: мг/л | 7.85 | 9.5 | 9.5 | 10.75 | — | 10.83 | 11.75 | 12.4 | 12.46 | 8.94 | 9.54 | 9.87 | 10.61 | 10.93 | 10.5 |
| $O_2$: % насыщения | 79.0 | 94.7 | 95.3 | 94.7 | — | 95.4 | 80.1 | 84.5 | 84.9 | 92.2 | 97.9 | 101.3 | 94.0 | 96.4 | 92.5 |
| Окисляемость, в мг О/л: перманганатная | 15.4 | 10.1 | 9.7 | 10.6 | 9.9 | 9.9 | 10.6 | 10.9 | 10.3 | 10.0 | 10.1 | 10.1 | 12.3 | 10.9 | 10.6 |
| Окисляемость, в мг О/л: бихроматная | 32.2 | 23.3 | 21.3 | 26.4 | — | 24.0 | 27.0 | 21.7 | 21.7 | 22.9 | 22.9 | 25.2 | 31.2 | 24.8 | 27.2 |
| Цветность, в ° | 58 | 32 | 36 | 36 | — | 36 | 34 | 34 | 34 | 34 | 34 | 32 | 36 | 36 | 36 |
| $БПК_5$, в мг $O_2$/л | 2.71 | 0.89 | 1.24 | 0.80 | — | 0.87 | 2.90 | 1.18 | 2.44 | 2.79 | 1.42 | 1.49 | 3.74 | — | 1.94 |

с правым берегом имели место несколько более высокие величины pH, БПК$_5$, перманганатной и бихроматной окисляемости, отчасти цветности и несколько меньшее содержание растворенного в воде кислорода. К середине реки все эти изменения в значительной мере сглаживались, а у правого берега полностью нивелировались, принимая средние значения для каждого компонента, характерные для среднего створа Невы (табл. 22). Наибольшая неоднородность химизма воды по ширине Невы на створе ниже Славянки отмечена нами в июле 1962 г., когда содержание растворенного кислорода у левого берега Невы упало с 95.3% насыщения у правого берега до 79.9% у левого, а величины перманганатной и бихроматной окисляемости, цветности, БПК$_5$ здесь оказались, напротив, в 1.5—2 раза выше, чем у правого берега.

Заметные различия в содержании указанных компонентов по ширине реки наблюдались и на втором створе Невы — ниже впадения р. Б. Охты, при этом небольшие отклонения по сравнению со стрежнем реки имели место, как и в случае солевого состава, у левого берега Невы.

### 6. Характеристика pH, газового состава, содержания органических и биогенных веществ в воде притоков Невы

Переходя к притокам Невы, следует прежде всего заметить, что в то время как величина минерализации воды в общем возрастает от верхних к нижним притокам Невы, содержание растворенных органических веществ оказывается наиболее высоким в воде верхних притоков Невы – Черной речки, Мойки, Мги, Тосны, — площадь водосбора которых в значительной части заболочена.

Вода этих рек с pH от 6 в Черной речке до 7 в Тосне характеризуется высокой цветностью и большими величинами окисляемости. Цветность воды Черной речки в отдельные периоды достигает 500°, Мги и Тосны – 350°, в то время как в Ижоре и Славянке не поднимается выше 100–120°. Соответственно велика и окисляемость воды этих рек: бихроматная окисляемость поднимается в Черной речке до 118 мг О/л, перманганатная — до 64 мг О/л (табл. 23). Неустойчивый гидрологический режим этих речек, имевший, как мы видели, следствием большую изменчивость

ТАБЛИЦА 23

Характеристика химизма воды Черной речки и Мойки в их устье

| Химический ингредиент | Черная речка | | | | р. Мойка | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | X 1962 | III 1963 | V 1963 | VII 1963 | VII 1962 | X 1962 | III 1963 | V 1963 | VII 1963 | X 1963 |
| pH | 6.0 | 6.85 | 6.43 | 6.6 | 6.5 | 6.85 | 7.0 | | 6.8 | 6.2 |
| $O_2$ мг/л | 8.15 | 11.84 | 7.64 | 7.88 | 7.15 | 9.94 | 11.18 | 7.88 | 6.61 | 11.1 |
| $O_2$ % насыщения | — | 80.7 | 77.8 | 81.4 | — | — | 76.2 | 78.1 | 66.7 | 92.0 |
| Окисляемость, в мг О/л перманганатная | 64.0 | 13.4 | 34.8 | 30.4 | 39.7 | 21.8 | 15.4 | 25.3 | 14.7 | 25.6 |
| Окисляемость, в мг О/л бихроматная | 118.4 | 27.0 | 63.9 | 59.2 | 71.8 | 45.5 | 25.5 | 51.2 | 30.8 | 44.8 |
| Цветность, в ° | 500 | 59 | 290 | 136 | 250 | 142 | 59 | 170 | 54 | 150 |
| % перманганатной окисляемости от бихроматной | 54 | 50 | 54 | 51 | 55 | 48 | 60 | 49 | 48 | 57 |



солевого комплекса их воды, является причиной и значительных колебаний в остальном химизме воды верхних притоков Невы. Это касается прежде всего изменения показателей, характеризующих содержание органических веществ, и не только в течение года, но и от года к году. Однако несмотря на значительные колебания величины окисляемости и особенно цветности воды верхних притоков Невы во времени и та, и другая значительно превосходят соответствующие показатели воды нижних притоков (Ижоры, Славянки, Б. Охты). Для верхних притоков,

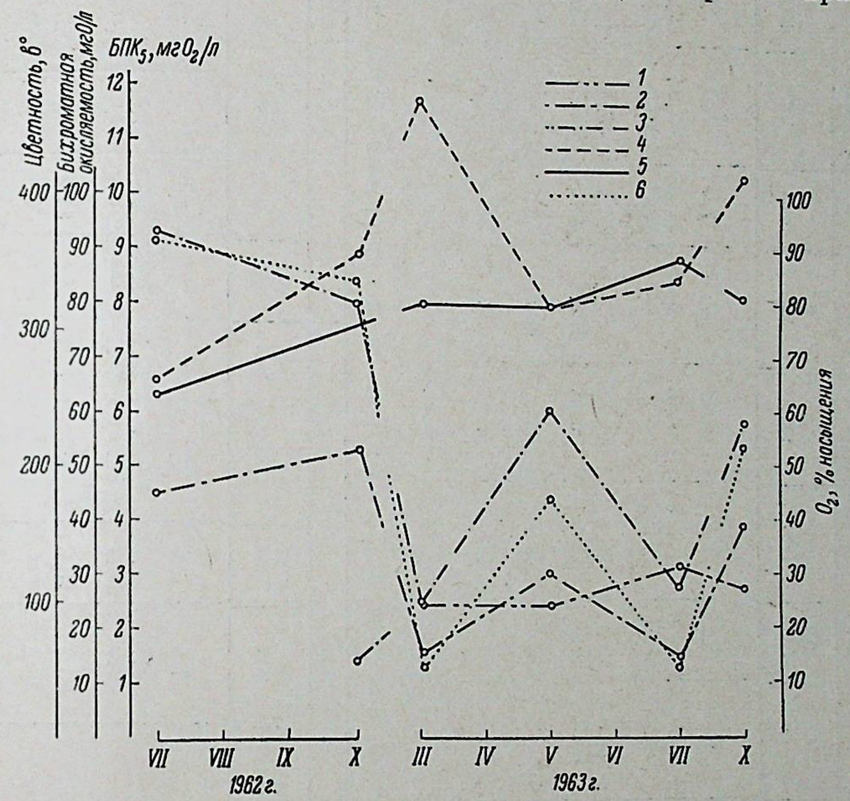



Рис. 8. Сезонные изменения химизма воды р. Мги в 1962—1963 гг. (в устье реки).

*1* — БПК$_5$; *2* — перманганатная окисляемость; *3* — бихроматная окисляемость; *4* — O$_2$ мг/л; *5* — O$_2$ % насыщения; *6* — цветность.

богатых органикой, приносимой с водосборной заболоченной площади, наблюдается четко выраженный сезонный характер изменения основных показателей, определяющих содержание органических веществ в воде: цветности, перманганатной и бихроматной окисляемости. Наибольшие значения всех трех показателей, как правило, отмечены в весенний и осенний паводки, наименьшие — в зимнюю и летнюю межень (рис. 8). Для группы верхних притоков, кроме того, характерна отчетливая корреляция в изменении цветности, перманганатной и бихроматной окисляемости, особенно по сезонам (рис. 8); для нижних, начиная с Ижоры, она выражена слабее.

Группу верхних притоков Невы отличает от нижних и соотношение в воде перманганатной и бихроматной окисляемости: для первых процент перманганатной окисляемости от бихроматной выше — он варьирует в пределах 40—60%, а для Славянки и Б. Охты даже в пределах 40—50% (табл. 24—26).

Верхние притоки Невы оказываются и менее загрязненными. Величина БПК$_5$ в их воде не превышает 2—2.5 мг O$_2$/л. Хотя аэрация воды этих

ТАБЛИЦА 24

Характеристика химизма воды Мги и Тосны в их устьевой части

| Химический ингредиент | | р. Мга | | | | | р. Тосна | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | VII 1962 | X 1962 | III 1963 | V 1963 | VII 1963 | X 1963 | VII 1962 | X 1962 | III 1963 | V 1963 | VII 1963 | X 1963 | II 1964 |
| pH | | 6.45 | 6.81 | 6.8 | 6.83 | 7.21 | 6.40 | 6.47 | 6.72 | 7.0 | 6.70 | 7.21 | 6.80 | 7.95 |
| $O_2$ | мг/л | 6.90 | 8.94 | 11.72 | 7.99 | 8.51 | 10.37 | 7.86 | 8.44 | 11.85 | 7.96 | 8.51 | 10.11 | 12.8 |
| | % насыщения | — | — | 79.9 | 78.5 | 87.4 | 81.5 | — | — | 80.8 | 79.9 | 86.6 | 81.7 | 87.5 |
| Окисляемость, в мг О/л | перманганатная | 44.5 | 53.6 | 15.0 | 28.8 | 13.8 | 38.8 | 44.8 | 57.6 | 14.1 | 32.6 | 16.6 | 35.2 | 15.0 |
| | бихроматная | 92.2 | 80.0 | 24.7 | 55.2 | 27.6 | 58.4 | 104.3 | 108.6 | 25.5 | 58.4 | 29.2 | 59.2 | 30.3 |
| Цветность, в ° | | 366 | 336 | 52 | 176 | 52 | 216.0 | 350 | 360 | 52 | — | 52 | 216.0 | 60 |
| % перманганатной окисляемости от бихроматной | | 48 | 67 | 61 | 52 | 50 | 66 | 43 | 53 | 55 | 56 | 57 | 59 | 50 |

ТАБЛИЦА 25

Характеристика химизма воды Ижоры и Славянки в их устьевой части

| Химический ингредиент | | р. Ижора | | | | | р. Славянка | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | VII 1962 | X 1962 | III 1963 | V 1963 | VII 1963 | X 1963 | VII 1962 | X 1962 | III 1963 | V 1963 | VII 1963 | X 1963 | II 1964 |
| pH | | 7.15 | 7.87 | 7.8 | 7.4 | 7.6 | 7.4 | 7.0 | 7.15 | 7.0 | 7.29 | 7.15 | 7.2 | 6.85 |
| $O_2$ | мг/л | 6.82 | 6.22 | — | 5.08 | 1.94 | 8.47 | 2.95 | 9.69 | 11.69 | 3.6 | 0.12 | 4.28 | 12.9 |
| | % насыщения | — | — | — | 52.9 | 20.9 | 68.5 | — | — | 79.7 | 37.0 | 1.3 | 35.6 | 88.2 |
| Окисляемость, в мг О/л | перманганатная | 34.6 | 18.2 | 7.0 | 20.2 | 10.6 | 18.0 | 22.1 | 12.2 | 12.8 | 20.8 | 15.7 | 16.3 | 12.5 |
| | бихроматная | 67.3 | 40.0 | 13.5 | 39.5 | — | 36.0 | 48.7 | 32.0 | 27.0 | 46.6 | 37.9 | 41.6 | 26.6 |
| Цветность, в ° | | 118.6 | 90 | 10 | 76 | 36 | 105 | 90 | 42 | 36 | 46 | 48 | — | 44 |
| % перманганатной окисляемости от бихроматной | | 51 | 46 | 52 | 51 | 58 | 50 | 45 | 38 | 47 | 45 | 41 | 39 | 47 |

ТАБЛИЦА 26

Характеристика химизма воды Мурзинки и Б. Охты в их устьевой части

| Химический ингредиент | | р. Мурзинка | р. Б. Охта | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | X 1962 | X 1962 | V 1963 | VII 1963 | II 1964 |
| pH | | 6.89 | 6.68 | 6.95 | — | 6.5 |
| $O_2$ | мг/л | 7.12 | 9.09 | 2.9 | — | 5.9 |
| | % насыщения | — | — | 28.6 | — | — |
| Окисляемость, в мг О/л | перманганатная | 24.3 | 14.1 | 20.0 | 22.4 | 20.5 |
| | бихроматная | 32.8 | 32.0 | 39.5 | 53.7 | — |
| Цветность, в ° | | 124 | 56 | 98 | 105 | — |
| % перманганатной окисляемости от бихроматной | | 74 | 44 | 51 | 42 | — |

ТАБЛИЦА 27

Содержание биогенных элементов в воде Черной речки и Мойки (в устьевой части) в 1962—1963 гг. (в мг/л)

| Биогенные элементы | Черная речка | | | | р. Мойка | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | X 1962 | III 1963 | V 1963 | VII 1963 | VII 1962 | X 1962 | III 1963 | V 1963 | VII 1963 | X 1963 |
| Кремний | — | 1.8 | 4.2 | — | 1.4 | — | 1.6 | 3.0 | — | 3.0 |
| Железо | 1.00 | 0.45 | 2.12 | 1.04 | 1.33 | 0.52 | 0.96 | 1.8 | 1.26 | 0.68 |
| Фосфор | — | Сл. | — | — | 0.02 | — | 0 | 0.02 | — | 0 |
| Нитраты | 0.3 | 1.5 | 0.2 | — | — | 0.15 | 1.0 | 0.05 | 0 | 0 |
| Нитриты | 0.0064 | 0 | 0 | — | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Аммоний | — | 0.055 | 0.42 | 0.16 | — | — | 0.065 | — | — | 0 |

ТАБЛИЦА 28

Содержание биогенных элементов в воде Мги и Тосны (в устьевой части) в 1962—1964 гг. (в мг/л)

| Биогенные элементы | р. Мга | | | | | | р. Тосна | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | VII 1962 | X 1962 | III 1963 | V 1963 | VII 1963 | X 1963 | VII 1962 | X 1962 | III 1963 | V 1963 | VII 1963 | X 1963 | II 1964 |
| Кремний | 1.8 | — | 1.4 | 2.5 | — | 3.6 | 2.0 | — | 1.4 | 2.2 | — | 4.2 | 2.7 |
| Железо | 1.30 | 0.64 | 0.4 | 1.4 | 0.36 | 0.60 | 1.24 | 0.64 | 0.12 | 0.8 | 0.26 | 0.68 | 0.14 |
| Фосфор | 0.02 | — | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.04 | — | 0 | 0 | — | 0 | 0 |
| Нитраты | — | — | 1.5 | 0.1 | 0 | 0.5 | 3.0 | 0.39 | 1.0 | 0.25 | 0 | 1.5 | 0 |
| Нитриты | 0 | 0.0102 | 0 | 0 | — | 0 | Сл. | 0.0064 | 0.017 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Аммоний | — | 0.5 | 0.060 | — | — | 0.25 | — | — | 0 | — | — | 0.20 | 0.1 |

притоков меньше, чем самой Невы, и содержание кислорода в них не поднималось в период исследования выше 92% насыщения, а в отдельных случаях понижалось до 67%, газовый режим их несравненно лучше режима нижних притоков, в которых в отдельные периоды кислород почти полностью отсутствовал.

Из биогенных элементов в воде верхних притоков Невы в заметных количествах обнаружены только кремний (1.4—4.2 мг/л) и железо (0.12—2.12 мг/л) (табл. 27, 28). Содержание фосфора в них незначительно и колеблется от следов до 0.02 мг/л. Относительно невелико в воде этих рек и количество соединений азота. Так, содержание нитритов в период

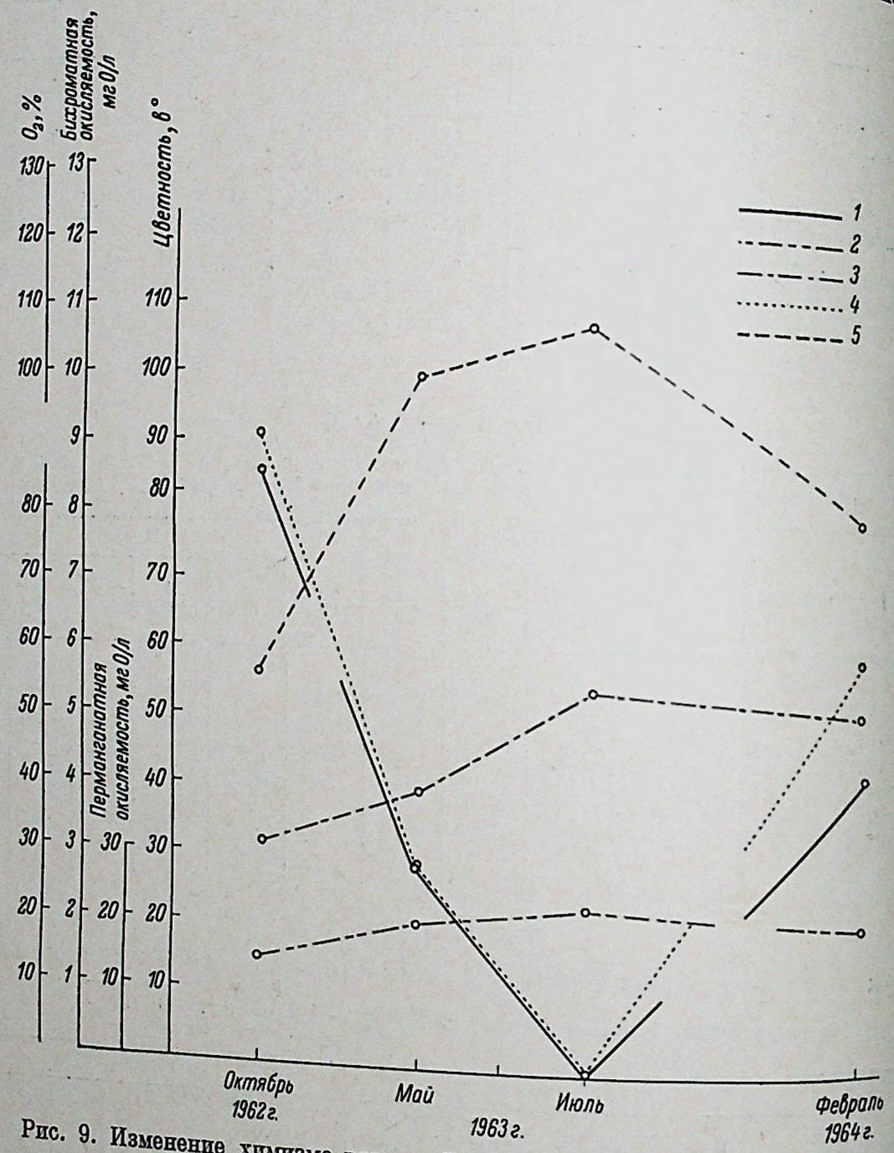



Рис. 9. Изменение химизма воды р. Б. Охты в 1962—1964 гг. (в устье реки).

*1* — $O_2$ % насыщения; *2* — перманганатная окисляемость; *3* — бихроматная окисляемость; *4* — $O_2$ мг/л; *5* — цветность.

исследования не превышало в них 0.017 мг/л, содержание нитратов — 3.0 мг/л, содержание аммония — 1.28 мг/л. При этом количество биогенных элементов в этих притоках больше в паводковый период и меньше в меженный.

Наиболее загрязненными притоками Невы являются Ижора, Мурзинка, а особенно Славянка и Б. Охта. Для воды этих нижних притоков Невы характерны, помимо более высоких сравнительно с верхними притоками концентраций хлоридов, большие значения $БПК_5$, значительно худший газовый режим (рис. 9) и повышенное, часто очень значительно, содержание фосфора и азота. Количество фосфора в воде нижних притоков в период исследования достигало 0.65 мг/л, максимальное содержание соединений



азота составляло: аммония — до 10.5 мг/л, нитратов — до 12.5 мг/л, нитритов — до 1.422 мг/л (табл. 29, 30). Сезонные изменения в содержании биогенных элементов в воде этой группы притоков Невы крайне не закономерны, что указывает на непостоянство состава загрязнений, которые они несут в Неву.

Динамика биогенных элементов по течению нижних притоков Невы показывает, что, например, такая сильно загрязненная река, как Славянка, несущая в Неву огромное количество загрязнений, получает их главным образом в среднем своем течении, после принятия сточных вод г. Павловска (табл. 31).

Так обстоит дело в отношении фосфора, кремния и железа. В отношении соединений азота положение оказывается сложнее. В то время как в истоке Славянки независимо от времени отбора проб содержание аммонийного азота обнаруживается близким к аналитическому нулю, после впадения в нее сточных вод г. Павловска содержание аммония резко возрастает, достигая в зимний подледный период 40 мг/л и только в самом устье Славянки, при впадении ее в Неву, снижается из-за подпора воды Славянки невской водой (рис. 10). Одновременно с этим количество нитратов, достаточно высокое в истоке Славянки (от 5 до 17 мг/л в разные периоды исследования), после Павловска уменьшается практически до 0 и лишь немного (не выше 1.0 мг/л) увеличивается к устью, при впадении в Неву (рис. 11) (за исключением октября 1963 г.).

Приблизительно такая же картина наблюдается и в отношении нитритов.

Указанная динамика соединений азота по течению Славянки свидетельствует о крайне неблагоприятном санитарном состоянии реки в ее среднем течении. На это же указывает и резкое ухудшение газового режима воды Славянки этих участков: после впадения в Славянку сточных вод г. Павловска содержание растворенного кислорода падает очень резко, а часто до катастрофически низких величин. При этом наименьшее количество его наблюдается не сразу после Павловска,

ТАБЛИЦА 29

Содержание биогенных элементов в воде Ижоры и Славянки (в устьевой части) в 1962—1964 гг. (в мг/л)

| Биогенные элементы | р. Ижора | | | | | | | р. Славянка | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | VII 1962 | X 1962 | III 1963 | V 1963 | VII 1963 | X 1963 | II 1964 | VII 1962 | X 1962 | III 1963 | V 1963 | VII 1963 | X 1963 | II 1964 |
| Кремний | 2.4 | — | 4.2 | 1.0 | — | 4.2 | 2.4 | 3.4 | — | 1.4 | 2.5 | — | 4.2 | 2.4 |
| Железо | 0.58 | 0.62 | 0.04 | 0.16 | 0.06 | 0.34 | 0.04 | 0.56 | 0.16 | 0.20 | 0.24 | 0.04 | 0.34 | 0.04 |
| Фосфор | 0.05 | — | 0.145 | 0.026 | 0.125 | 0.102 | 0.042 | 0.072 | 0.023 | 0.045 | 0.21 | 0.65 | 0.102 | 0.042 |
| Нитраты | 12.5 | 4.0 | 7.5 | 3.0 | 0 | 10.0 | 1.0 | 7.0 | 0.5 | 0.75 | 0.40 | 0 | 10.0 | 1.0 |
| Нитриты | 0.111 | 0.1 | 0.156 | 0.10 | 0 | 0.789 | 0.0217 | 1.422 | 0.0102 | 0 | 0.13 | 0 | 0.789 | 0.0217 |
| Аммоний | — | — | 2.2 | — | — | 7.3 | 1.47 | 0.048 | — | 0.68 | 7.69 | 10.5 | 7.3 | 1.47 |

а на некотором расстоянии от него, у пос. Московская Славянка, после того как часть кислорода затрачивается на окисление огромного количества поступивших загрязнений (рис. 11, 12). Так, содержание раство-

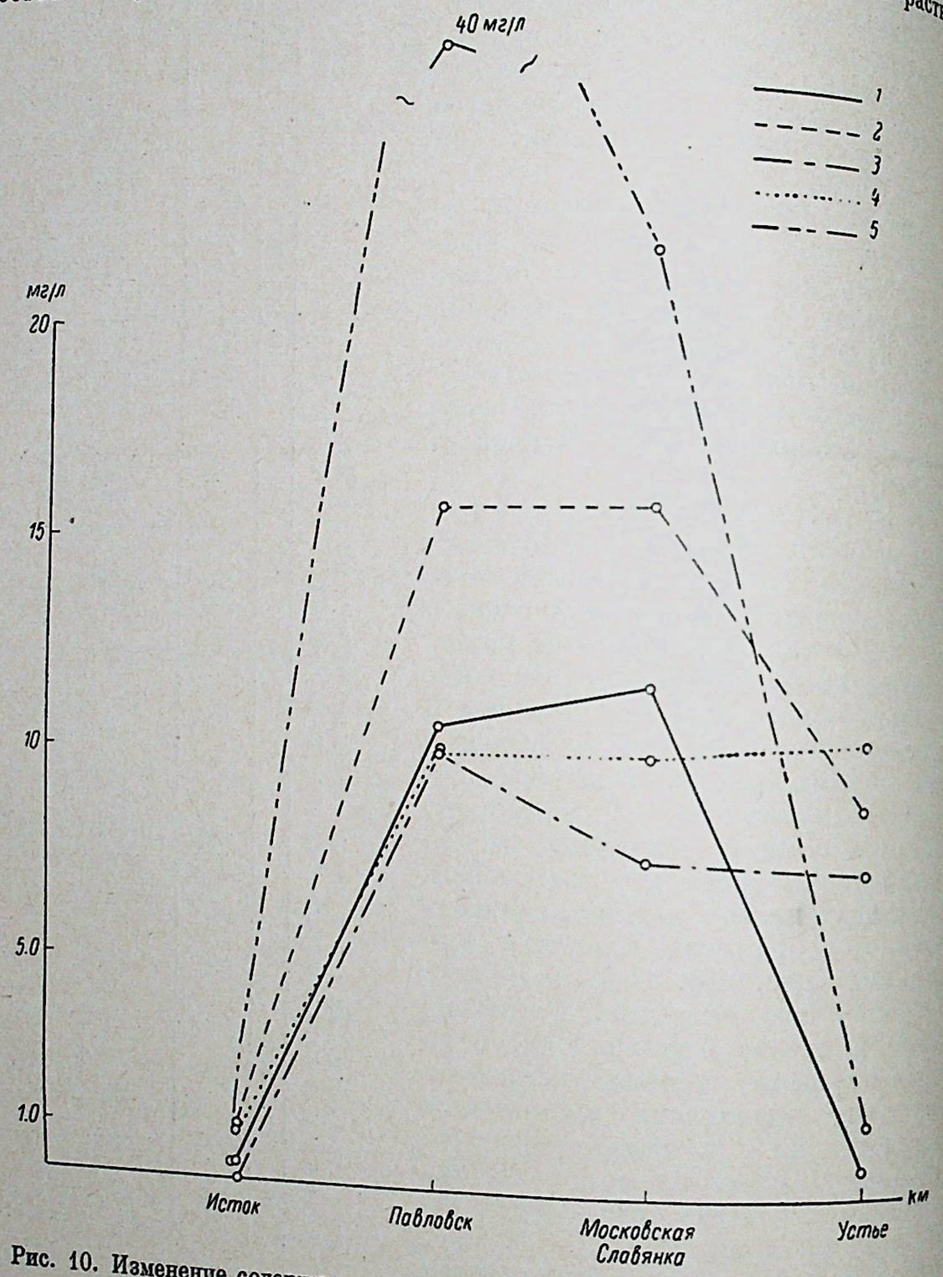



Рис. 10. Изменение содержания аммония в воде Славянки по течению реки в 1963—1964 гг.

*1* — III 1963; *2* — V 1963; *3* — V 1963; *4* — VII 1963; *5* — II 1964.

ренного кислорода в этом пункте Славянки в разные периоды исследования составляло:

| Март 1963 г. | Май 1963 г. | Июль 1963 г. | Октябрь 1963 г. | Февраль 1964 г. |
|---|---|---|---|---|
| 2.45 мг/л 16.7% насыщения | 0.32 мг/л 3.3% насыщения | 0.37 мг/л 3.8% насыщения | 3.3 мг/л 27.5% насыщения | 0.24 мг/л 1.8% насыщения |

О резком ухудшении гидрохимического режима Славянки после принятия сточных вод г. Павловска свидетельствует и значительное возра-



ТАБЛИЦА 30

Содержание биогенных элементов в воде Мурзинки и Б. Охты (в устьевой части) в 1962—1964 гг. (в мг/л)

| Биогенные элементы | р. Мурзинка | р. Б. Охта | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | X 1962 | X 1962 | V 1963 | VII 1963 | II 1964 |
| Кремний | — | — | 3.3 | — | 7.0 |
| Железо | — | — | 0.92 | 1.26 | 1.32 |
| Фосфор | 0.1 | Сл. | 0.033 | — | 0.072 |
| Нитраты | 2.5 | 0.3 | 0 | 0 | 0 |
| Нитриты | 0.047 | 0.0133 | 0 | — | 0.0219 |
| Аммоний | — | 0.10 | 1.53 | 2.5 | 2.05 |

стание в ее воде содержания органических веществ. Как правило, в среднем течении реки наблюдались повышенные и порою значительно по сравнению с истоком величины цветности и перманганатной, и бихроматной окисляемости (табл. 32, рис. 12). На менее отчетливую корреляцию изменения цветности и окисляемости, в особенности бихроматной, в воде нижних притоков уже указывалось нами выше.

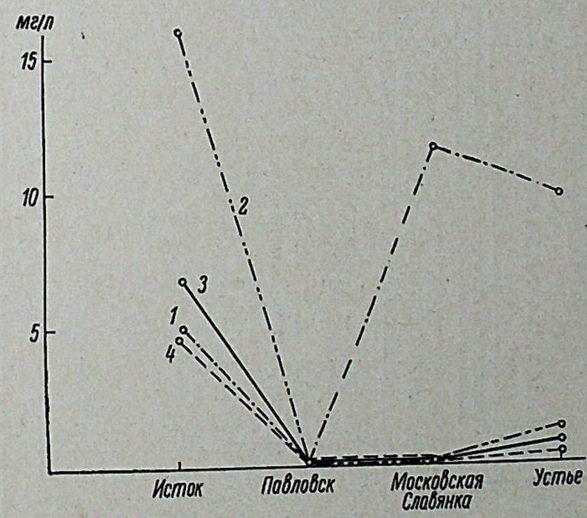



Рис. 11. Изменение содержания нитратов в воде Славянки по течению реки в 1963—1964 гг.

*1* — X 1963; *2* — II 1964; *3* — III 1963; *4* — V 1963.

В этой связи представляют интерес различия, имеющие место в ходе кривых изменения величины окисляемости и цветности воды Славянки по течению в разные сезоны года. В то время как в межень исток ее характеризуется малыми величинами окисляемости и цветности, значительно меньшими, чем после принятия загрязнений г. Павловска, в паводковый период (май, октябрь) окисляемость и особенно цветность в истоке оказываются весьма значительными. И в этот момент сточные воды Павловска даже как бы снижают в силу большого разбавления первоначальные величины цветности и окисляемости, однако только перманганатной, величина же бихроматной окисляемости продолжает повышаться, свидетельствуя о поступлении в воду свежего органического вещества загрязнений.

Об иной природе органического вещества, характеризующего воду нижних притоков Невы по сравнению с верхними, содержащими органику преимущественно гумусового происхождения, говорит и характер изменения по течению Славянки соотношения обеих окисляемостей. От истока Славянки до пос. Московская Славянка наблюдается заметное и довольно закономерное в особенности в паводковые периоды уменьшение процента перманганатной от бихроматной окисляемости. В устье же реки из-за подпора невской водой снова наступает повышение его до соотношения, характерного для Невы (40—50%) (табл. 32).

ТАБЛИЦА 31

Изменение содержания биогенных элементов в воде р. Славянки по течению (в мг/л)

| Биогенные элементы | Исток | | | Ниже г. Павловска | | Ниже пос. Московская Славянка | | | Устье | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | III 1963 | V 1963 | VII 1963 | X 1963 | II 1964 | III 1963 | V 1963 | VII 1963 | X 1963 | II 1964 | III 1963 | V 1963 | VII 1963 | X 1963 | II 1964 |
| Кремний | 4.4 | 3.8 | — | 4.6 | 6.6 | 5.2 | 3.8 | — | 4.6 | 6.6 | 1.4 | 2.5 | — | 4.2 | 2.4 |
| Железо | 0.28 | 0.8 | 0.05 | 0.26 | 0.18 | 0.4 | 0.58 | 0.44 | 0.14 | 0.14 | 0.2 | 0.24 | 0.04 | 0.34 | 0.04 |
| Фосфор | ≈0 | Сл. | ≈0 | 0.424 | 0.20 | 0.58 | 0.52 | 0.27 | 0.154 | 0.454 | 0.045 | 0.21 | 0.65 | 0.102 | 0.042 |
| Нитраты | 6.89 | 4.7 | >5.0 | ≈0 | ≈0 | ≈0 | ≈0 | ≈0 | 13.5 | ≈0 | 0.75 | 0.4 | ≈0 | 10.0 | 1.0 |
| Нитриты | 0.016 | 0.08 | 0.1 | ≈0 | ≈0 | ≈0 | ≈0 | ≈0 | 0.51 | ≈0 | ≈0 | 0.13 | ≈0 | 0.789 | 0.0217 |
| Аммоний | ≈0 | 1.0 | ≈0 | 10.0 | 40.3 | 13.0 | 16.6 | 10.0 | 7.8 | 23.0 | 0.68 | 7.69 | 10.5 | 7.3 | 1.47 |

ТАБЛИЦА 32

Изменение химизма воды р. Славянки по течению

| Химический ингредиент | Исток | | | | | Ниже г. Павловска | | | | | Ниже пос. Московская Славянка | | | | | Устье | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | III 1963 | V 1963 | VII 1963 | X 1963 | II 1964 | III 1963 | V 1963 | VII 1963 | X 1963 | II 1964 | III 1963 | V 1963 | VII 1963 | X 1963 | II 1964 | III 1963 | V 1963 | VII 1963 | X 1963 | II 1964 |
| pH | 7.42 | 7.21 | 7.8 | 6.95 | 7.42 | 7.57 | 7.37 | 7.8 | 7.42 | 6.85 |
| $O_2$ мг/л | 9.59 | 7.15 | 9.66 | 10.1 | 10.62 | 3.21 | 4.65 | 0.37 | 5.78 | 3.37 | 2.45 | 0.32 | 0.37 | 3.3 | 0.24 | 11.69 | 3.6 | 0.12 | 4.28 | 12.9 |
| $O_2$ % насыщения | 65.4 | 76.6 | 98.7 | 81.05 | 72.6 | 21.9 | 45.1 | 41.5 | 59.8 | 29.5 | 16.7 | 3.3 | 38 | 27.5 | 1.82 | 79.7 | 37.0 | 1.3 | 35.6 | 88.2 |
| Окисляемость, перманганатная | 3.4 | 49.6 | 8.3 | 39.1 | 4.8 | 22.4 | 37.6 | 44 | 35.5 | 67.0 | 23.5 | 20.0 | 29.6 | 17.0 | 38.4 | 12.8 | 20.8 | 15.7 | 16.3 | 12.5 |
| в мг O/л бихроматная | 11.2 | 89.9 | 19.7 | 81.6 | 23.7 | 93.0 | 176.6 | 127 | 158.4 | 167.2 | 82.5 | 123.0 | 86.8 | 48.8 | 123.6 | 27.0 | 46.6 | 37.9 | 41.6 | 26.6 |
| Цветность, в ° | 6 | 200 | 40 | 216 | 14 | 36 | 46 | 44 | 52 | 42 | 36 | 46 | 42 | 50 | 44 | 36 | 46 | 48 | — | 44 |
| % перманганатной окисляемости от бихроматной | 30 | 55 | 42 | 48 | 30 | 24 | 21 | 35 | 22 | 40 | 28 | 16 | 34 | 35 | 31 | 47 | 45 | 41 | 30 | 47 |

Большие загрязнения вносят в Неву и другие нижние ее притоки: Ижора и Б. Охта, на что указывает наблюдавшееся нами постепенное повышение по течению этих рек величины всех основных индикаторов загрязнения. Несмотря, однако, на очень большую загрязненность нижних притоков Невы, влияние их на химизм воды Невы относительно невелико. Оно ощущается при этом только непосредственно после впадения их в Неву.

Как отмечалось уже при рассмотрении горизонтальной неоднородности химизма воды Невы, на створе реки ниже впадения Славянки в течение всего периода исследования нами неизменно наблюдалось заметное, порою и значительное изменение почти всех ингредиентов химического состава воды Невы, начиная с показателей солевого комплекса (табл. 4, 22) и кончая биогенами (табл. 33).

Следующая небольшая таблица (табл. 34), в которой приведены наблюдения от 17 VII 1962, позволяет судить о наибольших, отмеченных нами, изменениях всех химических ингредиентов воды Невы под влиянием Славянки.

Однако, как видно из табл. 4, 22, 33 и как уже отмечалось выше, изменения химизма воды Невы под влиянием Славянки локализуются только у места ее впадения, т. е. левого берега реки, и часто не распространяются даже до середины реки, не говоря уже о правом береге, где они практически вовсе не улавливаются.

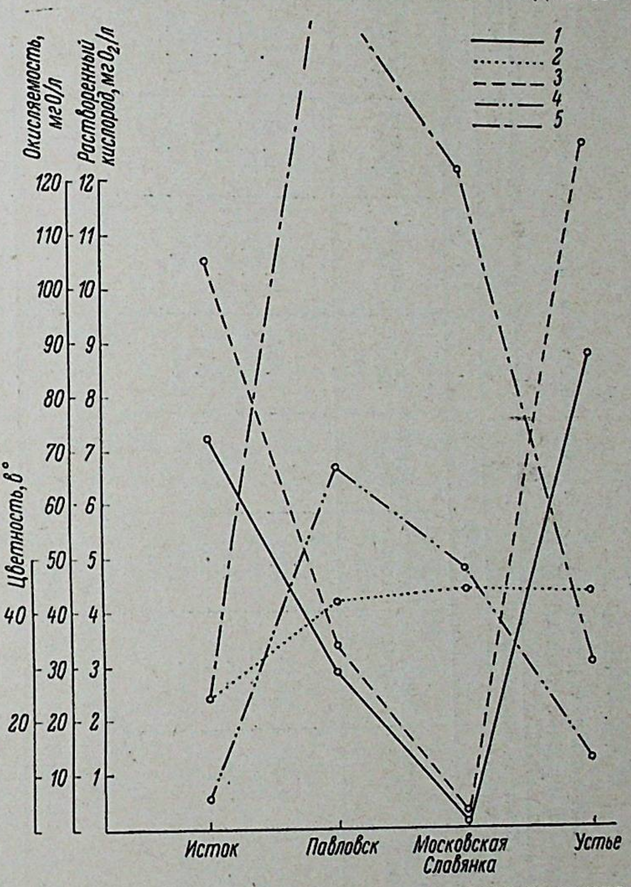



Рис. 12. Изменение содержания растворенного кислорода и органических веществ в воде Славянки по течению в феврале 1964 г.

*1* — $O_2$ % насыщения; *2* — цветность; *3* — $O_2$ мг/л; *4* — перманганатная окисляемость; *5* — бихроматная окисляемость.

Столь же локальными оказываются и изменения в химизме воды Невы, вызывающиеся впадением и другого, чрезвычайно загрязненного нижнего притока Невы — р. Б. Охты.

Причиной сравнительно малого влияния на химизм Невы притоков, даже самых загрязненных и значительно отличающихся от нее по минерализации и ионному составу, являются малые расходы этих притоков и по их абсолютной величине и главное относительно водности Невы (водность всех притоков Невы до черты города составляет всего 1.5—2% от водности Невы; Нежиховский, 1957).

Из-за многоводности, быстрого течения и сильного перемешивания в Неве в сравнительно малой степени улавливается влияние на физико-химический режим Невы промышленных и бытовых сточных вод.

ТАБЛИЦА 33

Неоднородность в содержании биогенных элементов в воде Невы по ширине реки (в мг/л)

| Биогенные элементы | Ниже р. Славянки | | | | | | Ниже р. Б. Охты | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | VII 1962 | | | X 1962 | | | III 1963 | | | VII 1963 | | |
| | левый берег | середина | правый берег | левый берег | середина | правый берег | левый берег | середина | правый берег | левый берег | середина | правый берег |
| Кремний | 2.0 | — | 0.8 | — | — | — | 1.0 | — | 1.0 | — | — | — |
| Железо . . | 0.26 | — | 0.06 | 0.14 | — | 0.10 | 0.18 | 0.18 | 0.18 | 0.04 | 0.06 | 0.07 |
| Фосфор . . | 0.016 | ≈0 | ≈0 | — | ≈0 | ≈0 | 0.028 | ≈0 | ≈0 | 0.023 | 0.0120 | 0.12 |
| Нитраты | 2.385 | — | 0.5 | 0.3 | 0.5 | 0.5 | 0.75 | 0.6 | 0.6 | 0.5 | 0.5 | 0.5 |
| Нитриты | 0.615 | ≈0 | ≈0 | 0.0041 | — | — | 0.012 | ≈0 | ≈0 | 0.024 | 0.022 | 0.022 |
| Аммоний | 0.018 | 0.014 | 0.012 | 0.068 | ≈0 | ≈0 | 0.385 | ≈0 | ≈0 | 0.25 | ≈0 | 0.11 |

ТАБЛИЦА 34

Влияние р. Славянки на химизм воды Невы

| Место взятия пробы | Прозрачность, в см | pH | | $O_2$ | | Окисляемость, в мг О/л | | Цветность, в ° | БПК$_5$, в мг $O_2$/л | Si, в мг/л | Fe, в мг/л | $NO'_3$, в мг/л | $NO'_2$, в мг/л | $NH'_4$, в мг/л | P, в мг/л |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | мг/л | % насыщения | перманганатная | бихроматная | | | | | | | | |
| р. Нева, выше впадения Славянки, левый берег . . | 95 | 7.19 | 7.0 | 9.5 | 95.4 | 11.0 | 23.3 | 34 | 1.02 | 0.8 | 0.06 | 0.4 | 0 | 0.014 | 0 |
| р. Нева, ниже впадения Славянки, левый берег . . . | 30 | 7.0 | 7.0 | 7.85 | 79.0 | 15.4 | 32.2 | 58 | 2.71 | 2.0 | 0.26 | 2.38 | 0.615 | 0.018 | 0.016 |

Результатом малого влияния притоков и сточных вод оказывается достаточно четко выраженная стабильность основных гидрохимических показателей воды Невы по течению реки. На всем протяжении Невы, как мы видели, обычно сохраняются постоянными величина pH, содержание растворенного кислорода и величина биохимического потребления

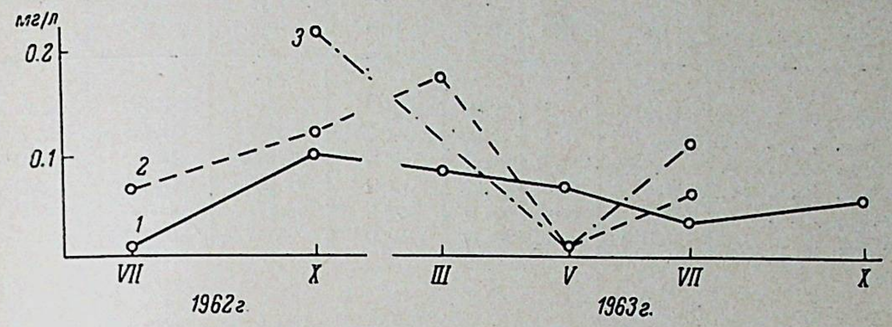



Рис. 13. Соотношение содержания железа в воде на разных створах Невы в 1962—1963 гг. (середина реки).

*1* — исток Невы; *2* — ниже Славянки; *3* — устье Невы.

кислорода. Лишь в отдельных случаях, например, в мае 1963 г. имело место небольшое снижение содержания кислорода от истока к устью Невы.

Заметным образом не меняется по течению Невы и содержание биогенных элементов: лишь в ряде случаев отмечено некоторое повышение

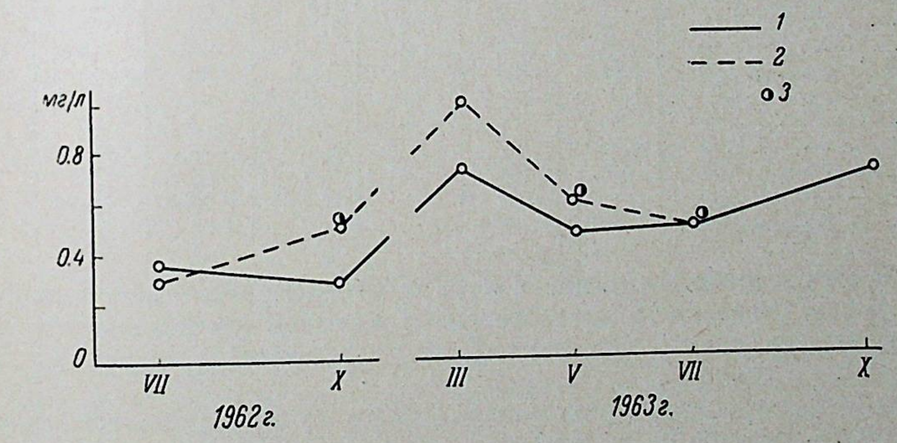



Рис. 14. Соотношение содержания нитратов в воде на разных створах Невы в 1962—1963 гг. (середина реки).

*1* — исток Невы; *2* — ниже Славянки; *3* — устье Невы.

в нижнем течении количества железа, нитритов и нитратов (табл. 35; рис. 13, 14).

Из основных химических ингредиентов воды Невы от истока к устью главным образом в самом нижнем течении реки наблюдается хотя и мало значительное, но несомненное повышение минерализации за счет хлоридов и сульфатов щелочей и отчасти магния и содержания органических веществ, судя по возрастанию величины цветности и окисляемости, преимущественно бихроматной. В нижнем течении Невы, после принятия вод Славянки, Б. Охты и многочисленных внутригородских стоков, заметно понижается также прозрачность ее воды.

Изменение содержания биогенных э

| Биогенные элементы | У Петрокрепости | | | | | | У Ивановск порога | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | VII 1962 | X 1962 | III 1963 | V 1963 | VII 1963 | X 1963 | V 1963 | |
| Кремний | 0.8 | — | 1.0 | 0.9 | — | 1.3 | 0.9 | |
| Железо | ≥0 | 0.1 | 0.08 | 0.006 | 0.03 | 0.05 | ≥0 | |
| Фосфор | ≥0 | ≥0 | ≥0 | ≥0 | 0.014 | 0 | ≥0 | |
| Нитраты | 0.35 | 0.3 | 0.75 | 0.50 | 0.50 | 0.75 | 0.60 | |
| Нитриты | ≥0 | ≥0 | ≥0 | ≥0 | ≥0 | Сл. | ≥0 | |
| Аммоний | 0.014 | — | ≥0 | ≥0 | ≥0 | 0 | ≥0 | |

Изменение содержания микроэлемент

| Микроэлементы | У Петрокрепости (середина) | | | | Выше р. Ижоры | | Н | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 30 V | | 16 VII | | 30 V | | 16 VII | |
| | проба № 1 | проба № 2 | проба № 1 | проба № 2 | проба № 1 | проба № 2 | проба № 1 | проба № 2 |
| Бериллий | 0.0033 | 0.0033 | Сл. | 0.0033 | 0.0083 | 0.01 | 0.0033 | <0.0 |
| Свинец | 2.00 | 2.00 | — | — | 6.6 | 3.3 | — | – |
| Галлий | 0.033 | Сл. | Сл. | Сл. | 0.2 | 0.2 | Сл. | – |
| Олово | 1.66 | — | 1.66 | — | 1.33 | 1.33 | — | – |
| Хром | — | — | — | — | — | — | — | – |
| Ванадий | 0.66 | 0.66 | 0.20 | 0.27 | 0.83 | 0.83 | 0.66 | 0.5 |
| Никель | 1.0 | 1.0 | — | — | <1 | — | 1 | – |
| Медь | — | — | — | — | — | — | — | – |
| Серебро | 0.83 | 0.83 | — | — | 1 | — | — | – |
| Лантан | 1.33 | Сл. | Сл. | — | — | 2.66 | Сл. | Сл. |
| Итербий | — | — | — | — | 0.0033 | 0.0033 | — | – |
| Иод | Сл. | Сл. | — | — | 1 | 1.33 | — | – |

От истока к устью Невы, кроме того, наблюдается некоторое, довольно закономерное особенно в черте города увеличение содержания в воде микроэлементов таких, как свинец, олово, ванадий, лантан, галлий (табл. 36).[1]

Заканчивая изложение результатов нашего исследования, необходимо подчеркнуть, что как ни малы по абсолютной величине или по сравнению с изменениями в микрофлоре Невы (Родина и Кузьмицкая, наст. сб.) изменения в химизме воды Невы, вызываемые ее притоками и сточными водами, к ним нужно отнестись с должным вниманием.

Следует все время иметь в виду, что многоводность Невы и хорошее перемешивание, определяемое большой скоростью течения реки, значительно маскируют и нивелируют истинное положение вещей, создавая в некоторой мере ложное впечатление о ее малой загрязненности.

Необходимо помнить, что за этими сравнительно небольшими, отмеченными нами и другими авторами, изменениями в химизме воды Невы, как это показал еще в начале века Пржибытек, скрыты огромные количества загрязняющих Неву веществ.

[1] Определения микроэлементов производил А. А. Воробец полуколичественным спектральным методом (Бродская и др., 1962).



ИЦА 35

ментов в воде Невы по течению (мг/л)

| Ниже р. Славянки | | | | | Ниже р. Б. Охты | | | Невская губа (устье Невы) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| VII 1962 | X 1962 | III 1963 | V 1963 | VII 1963 | X 1962 | V 1963 | VII 1963 | X 1962 | III 1963 | V 1963 | VII 1963 |
| — | — | 1.0 | 0.9 | — | — | 0.9 | — | — | — | 0.9 | — |
| 0.06 | 0.12 | 0.18 | ≥0 | 0.06 | 0.22 | ≥0 | 0.16 | 0.22 | — | ≥0 | 0.11 |
| ≥0 | ≥0 | ≥0 | ≥0 | 0.012 | ≥0 | ≥0 | 0.012 | ≥0 | — | ≥0 | ≥0 |
| 0.3 | 0.5 | 1.0 | 0.6 | 0.5 | 0.4 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | — | 0.6 | 0.5 |
| ≥0 | — | ≥0 | ≥0 | 0.022 | ≥0 | ≥0 | 0.01 | ≥0 | — | ≥0 | 0.022 |
| 0.014 | ≥0 | ≥0 | ≥0 | ≥0 | ≥0 | 0.035 | — | ≥0 | — | ≥0 | — |

ИЦА 36

в воде Невы по течению (в 1963 г.) (в γ/л)

| р. Ижоры | | | | Ниже завода «Красный Металлист» | | | | Устье Невы | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 30 V | | 16 VII | | 30 V | | 16 VII | | 30 V | | 16 VII | |
| проба № 1 | проба № 2 | проба № 1 | проба № 2 | проба № 1 | проба № 2 | проба № 1 | проба № 2 | проба № 1 | проба № 2 | проба № 1 | проба № 2 |
| 0.017 | 0.01 | Сл. | Сл. | >0.1 | >0.1 | 0.02 | 0.01 | 0.005 | 0.003 | Сл. | 0.003 |
| 5.0 | 3.3 | 1 | — | 5.0 | 3.3 | 5.0 | 3.3 | 5 | — | 1 | 2 |
| 0.27 | 0.2 | 0.07 | — | 0.66 | 0.66 | 0.2 | 0.17 | 0.1 | Сл. | 0.1 | Сл. |
| 1.66 | 1.66 | — | — | 2.0 | 2.0 | 3.3 | 2.3 | 2 | — | — | 2 |
| — | — | — | — | — | — | 3 | 2.66 | — | — | — | — |
| 1.0 | 0.66 | 0.5 | 0.66 | >3.3 | >3.3 | 2 | 0.66 | 0.66 | 0.66 | 0.66 | 0.66 |
| <1 | — | — | — | 1 | 1 | 1.33 | — | 1 | — | — | — |
| — | — | — | — | — | — | 5 | 5 | — | — | — | — |
| — | — | — | — | — | — | 0.66 | 0.33 | — | — | — | — |
| Сл. | — | — | Сл. | Сл. | Сл. | 2.66 | Сл. | — | Сл. | 1.33 | Сл. |
| 0.01 | Сл. | — | — | 0.017 | 0.017 | — | — | — | — | — | — |
| 0.1 | Сл. | — | Сл. | 0.2 | 0.2 | 0.13 | 0.1 | Сл. | — | Сл. | Сл. |

### 7. Сопоставление данных 1962—1964 гг. о химизме Невы и ее притоков с литературными данными

Не располагая необходимыми данными о расходах воды Невы по годам, мы вынуждены ограничиться здесь простым сопоставлением результатов нашей работы с данными, полученными другими авторами в разные годы для отдельных участков Невы.

Попытка сопоставить наши данные с результатами более ранних исследований Невы, проведенных под руководством С. В. Моисеева в 1939—1940 гг., представляется затруднительной, так как итоги анализов в цитированной работе не привязаны к определенным участкам реки, а даны в виде валовых величин для всей Невы в целом. Если, однако, подобным же образом представить результаты нашего исследования и сопоставить соответственные величины (табл. 37), то окажется, что за истекший довольно длительный период времени (22—23 года) гидрохимический облик Невы изменился сравнительно мало. Данные табл. 37 позволяют отметить только достаточно заметное повышение в воде Невы концентрации сульфатов и хлоридов.

Имеется полная возможность сравнить почти на всем протяжении Невы результаты нашей работы с данными наиболее поздних исследований Невы, проводившихся уже в пятидесятые годы. Это, во-первых,

ТАБЛИЦА 37

Сопоставление данных 1939—1940 гг. о химизме воды Невы с данными 1962—1964 гг.

| Химический ингредиент | 1939—1940 гг. | | 1962—1964 гг. | |
|---|---|---|---|---|
| | минимум | максимум | минимум | максимум |
| pH | 6.0 | 7.2 | 6.6 | |
| $O_2$, в мг/л | 8.61 | 14.5 | 4.28 | 7.29 |
| Цветность, в° | 20 | 40 | 24 | 11.0 |
| Окисляемость, в мг О/л | 8.12 | 13.04 | 8.8 | 44 |
| $БПК_5$, в мг $O_2$/л | 0.05 | 5.85 | 0.73 | 11.0 |
| $NH_4^{\cdot}$, в мг/л | 0 | Сл. | 0 | 2.50 |
| $NO_3^{\prime}$, в мг/л | 0 | 1.2 | 0.3 | 0.035 |
| Fe, в мг/л | Сл. | 1.1 | 0 | 1.0 |
| Si, в мг/л | 0.47 | 1.54 | 0.8 | 0.22 |
| $Ca^{\cdot\cdot}$, в мг/л. | 7.32 | 27.3 | 7.1 | 1.3 |
| $Mg^{\cdot\cdot}$, в мг/л | 1.40 | 10.72 | 1.4 | 9.4 |
| $SO_4^{\prime\prime}$, в мг/л | 3.13 | 9.55 | 5.2 | 3.1 |
| $Cl^{\prime}$, в мг/л | 3.0 | 7.76 | 4.5 | 25.3 |
| | | | | 11.6 |

данные, собранные в 1953—1957 гг. и обсужденные в работе В. Н. Гуськовой (1958), и, во-вторых, результаты работы, проведенной в 1956—1958 гг. под руководством А. Г. Гусева (наст. сб.).

Такое сопоставление (табл. 38) интересно в отношении суждения о темпах загрязнения Невы. Основные выводы из него следующие.

1. Для стрежня Невы наблюдается довольно хорошее соответствие в отношении величины почти всех химических ингредиентов воды, определявшихся разными исследователями на протяжении последних 10 лет. Это касается в общем в одинаковой степени всех участков реки от истока до устья. Исключение составляет лишь один из показателей химизма воды — содержание органических веществ, которое за указанный промежуток времени весьма значительно возросло не только в прибрежной зоне реки, но несколько повысилось и на середине Невы, притом на всех участках. В самом деле, величина окисляемости в истоке Невы увеличилась с 1953 по 1963 гг. с 7.1 до 10.7 мг О/л; в среднем течении Невы, против р. Тосны — с 8.2 до 10.0 мг О/л, на створе против р. Славянки — с 8.1 до 10.9 мг О/л и в устье Невы — с 9.2 до 10.6 мг О/л. В устье же нижних притоков Невы повышение за этот период окисляемости воды еще значительнее: в устье Ижоры — с 9.4 до 18.2 мг О/л, в устье Славянки — с 7.4 до 16.3 мг О/л и в устье Б. Охты — с 9.4 до 22.4 мг О/л.

2. Значительно возросла за истекший период общая загрязненность притоков Невы, особенно нижних. Так, в устье Тосны отмечено некоторое повышение содержания кальция, магния и сульфатов; в устье Ижоры, помимо уже указанного выше увеличения окисляемости, имеет место повышение цветности, ухудшение газового состава воды, возрастание содержания аммонийного и нитратного азота, а также значительное повышение минерализации воды и за счет основных ионов ($Ca^{\cdot\cdot}$, $HCO_3^{\prime}$, $Mg^{\cdot\cdot}$), и главным образом за счет хлоридов.

Особенно разительно за последние годы возросли темпы загрязнения р. Славянки. За указанные 10 лет в устье Славянки изменилась величина почти всех химических ингредиентов воды, начиная с солевого состава и кончая биогенами. Кроме уже отмеченного значительного увеличения окисляемости воды, наблюдается повышение цветности, значительное возрастание гидрокарбонатов, кальция, магния, железа, понижение содержания растворенного кислорода и весьма резкое повышение величины всех индикаторов загрязнения: $БПК_5$, фосфатов, хлоридов, аммонийного и нитритного азота. Увеличение загрязненности Б. Охты проявляется более чем двукратным повышением окисляемости и аммонийного азота.



## Выводы

1. Общей закономерностью изменения химических ингредиентов воды, в том числе и индикаторов загрязнения, по течению Невы является довольно большая стабильность большинства из них на протяжении реки от истока до Ленинграда. Значительные изменения минерализации, ионного состава, органических и биогенных веществ отмечены только в воде устьевой части притоков Невы.

В соответствии с гидробиологическими особенностями Невы невелики и сезонные изменения ее химизма.

2. Верхние притоки Невы от Черной речки до Тосны с малой минерализацией воды и высоким содержанием органических веществ преимущественно гумусового происхождения, с явно выраженным сезонным характером изменения химизма воды оказываются относительно мало загрязненными.

3. В значительно большей мере загрязнены нижние притоки Невы — Ижора, Мурзинка и особенно Славянка и Б. Охта.

Река Славянка, протекая по густонаселенной местности, после принятия со сточными водами г. Павловска огромного количества загрязнений оказывается в крайне неблагоприятном санитарном состоянии, сохраняющемся до впадения ее в Неву.

Впадая в Неву, Славянка и Б. Охта создают наиболее явно выраженные на участке до города очаги загрязнения Невы. Загрязняющее влияние их на Неву сказывается на величине всех индикаторов загрязнения, особенно содержании фосфора и азота, хлоридов, содержании органических веществ и растворенного в воде кислорода. Оно резко выражено у левого берега Невы и почти выравнивается к середине реки.

4. Незначительность расходов воды всех притоков Невы на участке до черты города сравнительно с водностью самой Невы, одной из наиболее полноводных рек Европы, является причиной того, что загрязняющее влияние даже самых загрязненных из них сказывается на Неву только в месте их впадения и в условиях колоссального разбавления и перемешивания довольно быстро ликвидируется.

Поэтому воды Невы в среднем створе в ее верхнем и среднем течении (до города) на основании данных о химизме воды приходится признать относительно чистыми.

5. Левобережная часть Невы загрязнена неизмеримо больше, за исключением верхнего течения реки; в нижнем течении Невы и в среднем створе наблюдаются некоторые изменения в химизме воды под влиянием загрязнений: небольшое повышение минерализации за счет хлоридов и сульфатов щелочей и отчасти магния; известное возрастание величин цветности и окисляемости, преимущественно бихроматной; заметное понижение прозрачности; довольно закономерное, особенно в пределах города, увеличение содержания микроэлементов (свинца, олова, ванадия, лантана, галлия) и отчасти биогенных элементов.

6. Сопоставление наблюдений 1962—1963 гг. с соответствующими более ранними наблюдениями показало, что гидрохимический облик Невы за последние 10 лет изменился относительно мало, за исключением содержания в воде органических веществ, которое за это время значительно возросло не только в прибрежной зоне реки, но и на середине Невы, притом на всех ее участках.

7. Весьма значительно за истекший период возросла загрязненность притоков Невы, преимущественно нижних, в особенности Славянки,

## ТАБЛИЦА 38

### Химизм воды на разных участках Невы по годам

| Место взятия пробы | Прозрачность, в м | | pH | | $O_2$ мг/л | | $O_2$ % насыщения | | Цветность, в ° | | Окисляемость, в мг O/л | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1956—1958 гг. | 1962—1964 гг. | 1956—1958 гг. | 1962—1964 гг. | 1956—1958 гг. | 1962—1964 гг. | 1956—1958 гг. | 1962—1964 гг. | 1953—1957 гг. | 1962—1964 гг. | 1953—1957 гг. | 1956—1958 гг. | 1962—1964 гг. |
| Исток Невы . . . | 2.0 | 1.7—2.4 | 7.0 | 6.95—6.99 | 11.84 | 10.94—11.60 | 93.6 | 94.3—96.9 | 35 | 24—42 | 7.1 | 9.11 | 9.6—10.7 |
| Устье р. Мойки | — | — | — | — | — | — | — | — | 35—50 | 54—250 | 7.0—9.1 | — | 14.7—39.7 |
| Устье р. Мги . . | — | — | — | — | — | — | — | — | 30—400 | 52—366 | 9.1—62.2 | — | 13.8—53.6 |
| Устье р. Тосны | 0.55 | — | 6.8 | 6.72—6.8 | 10.24 | 8.44—10.11 | 80.6 | 81.7 | 35—360 | 52—360 | 10.1—58.0 | 3.9 | 38.9 |
| Против Тосны | — | — | — | — | — | — | — | — | 35 | 32—36 | 8.2 | | 9.8—10.0 |
| Устье р. Ижоры | 0.6 | — | 7.8 | 7.4—7.87 | 10.1 | 6.22—8.47 | 86.2 | 68.5 | 35—80 | 10—118 | 9.4—12.8 | 16.3 | 18.0—18.2 |
| Устье р. Славянки | 1.0 | — | 7.3 | 7.15—7.20 | 11.04 | 4.28—9.69 | 87.7 | 35.6 | 35—50 | 36—90 | 7.4—11.0 | 7.7 | 12.2—16.3 |
| Против р. Славянки . . . . . | 1.0 | — | 7.25 | 7.15 | 11.91 | 10.75 | 93.8 | 94.7 | 35 | 32—36 | 8.1 | 9.86 | 9.8—10.9 |
| Устье р. Б. Охты | 0.25 | — | 6.5 | 6.68 | 7.54 | 9.09 | 60.75 | — | — | 56—105 | 9.4—9.8 | 17.8 | 14.1—22.4 |
| Устье Невы . . . | 1.5 | 1.5 | 7.15 | 7.1 | 12.0 | 9.92 | 94.9 | 87.2 | 40 | 38—42 | 9.2 | 9.5 | 10.1—10.6 |

*Продолжение*

| Место взятия пробы | БПК$_5$, в мг $O_2$/л | | | $NH_4^+$, в мг/л | | | $NO_2'$, в мг/л | | P, в мг/л | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1953—1957 гг. | 1956—1958 гг. | 1962—1964 гг. | 1953—1957 гг. | 1956—1958 гг. | 1962—1964 гг. | 1956—1958 гг. | 1962—1964 гг. | 1956—1958 гг. | 1962—1964 гг. |
| Исток Невы | — | 1.07 | 1.2—1.23 | 0.06 | 0.35 | 0 | 0 | [illegible] | 0.015 | 0 |
| Устье р. Мойки | | | | | | | | | | |
| Устье р. Мги . . | | | | | | | | | | |
| Устье р. Тосны | — | 1.84 | 1.51—1.64 | 0.1—0.7 | 4.5 | 0—0.2 | 0 | 0—0.0064 | 0 | 0 |
| Против Тосны | 3.3 | 1.7—2.3 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Устье р. Ижоры | — | 3.1 | 2.3—2.8 | 0.07—0.17 | 2.0 | 0.27—2.2 | 0.1 | 0.1—0.136 | 0.051 | — |
| Устье р. Славянки | — | 2.16 | 1.30—3.88 | 0.03—0.1 | 0.5 | 0.048—10.5 | 0.001 | 0.010—0.789 | 0.034 | 0.023—0.102 |
| Против р. Славянки . . . . . | 2.2 | 0.68 | 0.9—1.42 | 0.1 | 0.25 | 0.014 | 0.001 | — | 0.019 | ≥0 |
| Устье р. Б. Охты | — | 3.38 | 3.24 | 0.07—0.1 | 0.2 | 0.1—2.5 | 0.1 | 0.013 | 0.094 | Сл. |
| Устье Невы . . . | 1.8 | 0.98 | 0.8—2.38 | 0.1 | 0.25 | ≥0 | ≥0 | ≥0 | — | ≥0 |

*Продолжение*

| Место взятия пробы | Fe, в мг/л | | Cl′, в мг/л | | | $SO_4''$, в мг/л | | $HCO_3'$, в мг/л | | Ca$^{\cdot\cdot}$, в мг/л | | Mg$^{\cdot\cdot}$, в мг/л | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1956—1958 гг. | 1962—1964 гг. | 1953—1957 гг. | 1956—1958 гг. | 1962—1964 гг. | 1956—1958 гг. | 1962—1964 гг. | 1956—1958 гг. | 1962—1964 гг. | 1956—1958 гг. | 1962—1964 гг. | 1956—1958 гг. | 1962—1964 гг. |
| Исток Невы . . . | 0 | 0.05—0.1 | 4.4 | 5.88 | 4.5—6.0 | 6.0 | 5.2 | 56.4 | 30.5—33.5 | 8.0 | 8.3—8.4 | 2.4 | 2.1 |
| Устье р. Мойки | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Устье р. Мги . . | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Устье р. Тосны | 3.0 | 0.64—0.68 | — | 5.88 | 1.7—6.4 | 6.0 | 3.9—18.7 | 35.1 | 33.5—50.3 | 8.0 | 11.0—11.8 | 2.4 | 4.5—4.7 |
| Против пос. Тосны | — | — | 5.3 | — | 4.6—5.3 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Устье р. Ижоры | 1.0 | 0.28—0.62 | — | 9.84 | 9.9—17.9 | — | — | 256.2 | 201.3—286.7 | 51.5 | 50.7—59.5 | 24.7 | 22.4—27.1 |
| Устье р. Славянки | 0.16 | 0.16—0.34 | — | 7.84 | 6.8—42.2 | — | — | 32.0 | 48.8—225.7 | 12.97 | 11.6—63.5 | 4.01 | 3.7—25.2 |
| Против р. Славянки . . . . . | 0.16 | — | 5.8 | 6.4 | 4.6—6.0 | — | — | 34.65 | 30.5 | 9.33 | 8.3 | 1.9 | 2.3 |
| Устье р. Б. Охты | 3.32 | — | — | 24.2 | 10.7 | — | — | 38.1 | 36.6 | 4.4 | 10.5 | 6.8 | 3.0 |
| Устье Невы . . . | 0.12 | 0.22 | 5.7 | 6.4 | 5.0—6.2 | — | — | 38.1 | 33.6 | 9.3 | 8.3 | 1.9 | 2.5 |

в воде которой изменились величины почти всех химических ингреди-
тов воды, начиная с солевого состава и кончая биогенами, и особен-
резко возросли величины всех индикаторов загрязнения.

## ЛИТЕРАТУРА


Бродская Н. И., И. П. Вычужанина, З. В. Комарова и М. С. Л.
щинская. 1962. Концентрирование широкого круга микроэлементов
природных вод на смешанном сорбенте с последующим спектральным
нием. Министерство геологии и охраны недр СССР, Л. : 6—19.

Гусев А. Г. 1959. Отчет по теме «Влияние промышленных сточных вод на основ
рыбопромысловые водоемы Ленобласти», I. ВНИОРХ.

Гусев А. Г., М. В. Мосевич, З. П. Подоба, Л. А. Лесников. Сан
тарное состояние реки Невы и Невской губы в 1956—1958 гг. (Наст. сб.).

Гуськова В. Н. 1958. Гигиеническая характеристика и состав воды в р. Не
В сб. Инст. радиационной гигиены. Мин. Здравоохран., Л. : 5—22.

Левин П. И. 1911. Физико-химическое исследование воды Ладожского озер
Ладожское озеро, как источник водоснабжения г. С.-Петербурга : 1—46.

Моисеев С. В. 1940. Загрязнение и очищение р. Невы выше и в пределах горо
и их санитарная оценка. Бюлл. Лен. н.-иссл. санитарно-гигиенического ин

Нежиховский Р. А. 1957. Река Нева. М.—Л. : 1—191.

Родина А. Г., Н. К. Кузьмицкая. Численность бактериопланктона в ре
Неве и ее притоках. (Наст. сб.).


---

# ЧИСЛЕННОСТЬ БАКТЕРИОПЛАНКТОНА В РЕКЕ НЕВЕ И ЕЕ ПРИТОКАХ


*А. Г. Родина* и *Н. К. Кузьмицкая*


### Краткий обзор данных предшествующих исследований

Река Нева является источником водоснабжения Ленинграда, и поэтому состояние ее воды имеет огромное значение для здоровья более чем трехмиллионного населения города. Между тем вопросам загрязнения воды р. Невы, изменению ее состояния в связи с ростом города и все возрастающим населением берегов как собственно Невы (особенно в ее верховьях), так и ее притоков уделяется недостаточно внимания. Если рассмотреть имеющиеся в литературе данные по бактериологии р. Невы, то может быть отмечено их неравномерное распределение во времени и ограниченность круга рассматривавшихся вопросов.

Наибольшее количество опубликованных данных относится к концу прошлого и началу этого столетия, затем между отдельными исследованиями проходят значительные сроки. Анализы невской воды проводятся систематически, но они не публикуются.

Наибольшее количество проведенных на Неве работ имели целью дать санитарную характеристику воды реки, для чего брались оба показателя обычных в санитарии: количество гетеротрофных бактерий, вырастающих на питательной среде (агаре или желатине), и коли-титр или один из них (Колоколов, 1886; Пель, 1887; Баженов, 1895; Мордберг, 1908; Рашкович, 1911; Гусев, 1912; Дмитревская и Чеботаревич, 1933; Моисеев, 1934; Гуськова, 1958).

Охват реки был неодинаковым, количество пунктов и время наблюдений очень различались.

Совсем немного работ (всего 2) посвящено характеристике микроорганизмов невской воды. Так, М. Д. Лапчинский (1884) интересовался преобладающими в невской воде формами микроорганизмов. Им было установлено наличие в воде реки *Crenothrix polyspora*, представителей рода *Cladothrix* и двух видов спирохет: *Spirochaeta plicatilis* Ehrenberg и *S. recurrentis* Castellani et Ch., причем М. Д. Лапчинский отметил, что спирохеты встречаются в воде Невы круглый год, а *Crenothrix polyspora* главным образом в зимнее время.

Более подробные исследования по составу микроорганизмов невской воды были проведены в 1911 и 1912 гг. Л. М. Горовиц-Власовой (1913), которая выделила из воды реки значительное количество видов бактерий и определила их. В списке, данном ею, имеются кокки, неспороносные и спороносные палочки, два вида *Cladothrix* и дрожжи из группы *Torula*. Перечень микроорганизмов озонированной воды дал Ф. А. Данилов (1913). С тех пор составом микроорганизмов невской воды более не занимались.

Специальные исследования на наличие в невской воде холерных вибрио-
нов были проведены во время эпидемии 1909 г. Это была пятая по счету
холерная эпидемия в г. С.-Петербурге (первая и самая сильная была
в 1848 г.). Пробы воды в этот период брались из центральной струи воды
из прибрежных районов, с различных глубин и в различных местах в черте
города (Заболотный и др., 1909; Губерт, 1910, и др.). Исследовались
грунты, а в зимнее время и лед. Условия в воде Невы оказались, по дан-
ным А. В. Пеля (1887), благоприятными не только для сохранения, но и
для размножения этого вибриона, и из взятых 9457 проб холерные вибри-
оны были найдены в 1042, т. е. в 11.02%, в том числе и в центральной
струе воды (Рашкович, 1911). Обнаружены холерные вибрионы были и
в грунте. Интерес к вибрионам невской воды проявлялся и при отсутствии
эпидемий. Так, Е. В. Зайцева (1927) выделила из невской воды два штамма
холероподобных вибрионов, морфологические, биологические и сероло-
гические особенности которых отличались от обычных водных вибрио-
нов. А. А. Краснов (1927) в 1926 г. исследовал невскую воду, им были
выделены из этих проб холероподобные вибрионы.

Отсутствие эпидемий в городе в течение нескольких десятков лет
привело к утрате интереса к вибрионам невской воды со стороны врачей и
микробиологов.

С обнаружением бактериофагов в воде проведены исследования и
них и в Неве. Однако эти исследования носили ограниченный характер.
Так, Н. И. Александров и И. Е. Минкевич (1936) исследовали на наличие
бактериофага всего три пробы воды, взятые в черте города; во всех про-
бах они обнаружили активный против различных патогенных и непато-
генных видов бактерий *coli*-тифозной группы бактериофаг. В недавнее
время бактериофагами в невской воде занимались Э. М. Ровенская и
А. В. Смирнова (1959). Эти исследования показали, что бактериофаги,
обладая большой устойчивостью к внешним воздействиям, сохраняются
в воде более длительное время. Вода р. Невы оказалась значительно на-
сыщенной фагами патогенных бактерий кишечной группы, особенно ди-
зентерийными; тифозный и паратифозный «В» фаги встречались реже,
в наименьшем проценте случаев выделялся паратифозный «А» фаг.

## Материалы и методы исследований

В 1962—1963 гг. лабораторией пресноводной и экспериментальной гидробиологии Зоологического института АН СССР были проведены комплексные исследования р. Невы, в которых нами выполнялась микробиологическая часть. Река Нева исследовалась на всем ее протяжении, в притоках бралась вода в их устьях для выяснения состояния поступающих в Неву вод. В качестве показателей при изучении Невы и ее притоков были взяты: 1) общая численность бактериопланктона, определяемая методом прямого счета на мембранных фильтрах; 2) состав бактериальных ценозов водной толщи; 3) количество гетеротрофных микроорганизмов, вырастающих на мясо-пептонном агаре при температуре 22—23°; 4) количество бактерий группы кишечной палочки.

Состав бактериальных ценозов водной толщи устанавливался по морфологическим признакам микроорганизмов путем микроскопии фильтров, через которые фильтровалась вода, и зарисовок с использованием рисовального аппарата, т. е. при точном воспроизводстве на фильтре (на 30 полях зрения) бактерий. До настоящего времени мы не знаем, какой состав имеют ценозы чистых незагрязненных вод и как они меняются при загрязнениях различного характера и разной степени.

Установление количества бактерий группы кишечной палочки производилось неодинаковым способом. В верховьях р. Невы эти определения проводились Петрокрепостной санитарно-эпидемиологической станцией по методу Эйкмана-Булира, в остальных пунктах взятия проб — проращиванием бактерий этой группы на стерильных мембранных фильтрах, через которые фильтровалась вода, при помещении этих фильтров на специальные стерильные картоны, пропитанные средой Эндо. Картоны эти, выпускаемые фирмой Сарториус, давали хороший рост бактерий группы кишечной палочки. Выращивание производилось при 37—38° с дальнейшей идентификацией вырастающих бактерий по стандартной методике.

Пробы воды брались в стерильные склянки и баллоны с эвакуированным воздухом специальными приборами (описание; Родина, 1956) в подавляющем числе случаев с борта судна, реже с лодки. Первичная обработка проб (фильтрация, посевы) проводилась на борту судна в походном боксе. Грунты брались дночерпателями, и пробы (самый поверхностный слой) немедленно переносились в стерильные банки.

Общая численность микроорганизмов в условиях р. Невы оказалась весьма выразительным показателем, гораздо более полно, чем другие показатели, отражающим состояние воды, действие стоков и др. Количество гетеротрофов обнаруживало значительные колебания, хотя связь между этими двумя показателями и существует, как показала специальная обработка полученных данных.

Качество поступающей в р. Неву воды определяется составом воды Ладожского озера. Это обстоятельство учитывалось в проектах переустройства водоснабжения Ленинграда, первые имеющиеся данные по бактериологии Ладожского озера относятся к бухте Петрокрепость. Работы Л. К. Мордберга (1908) были проведены в 1906 г., работы Е. Н. Болохонцева и М. Д. Гримма в 1905—1906 гг. (Болохонцев, 1911; Гримм, 1911), Н. А. Дмитревской и М. Ф. Чеботаревич в 1932 г., (Дмитревская и Чеботаревич, 1933), после чего был длительный перерыв в исследованиях, и новых данных не было получено до 1961 г, когда нами в составе Ладожской экспедиции Лаборатории озероведения АН СССР были проведены микробиологические исследования Ладожского озера (Родина и Кузьмицкая, 1963, 1964).

Состояние вод в Ладожском озере не остается неизменным. На берегах этого, ранее мало заселенного водоема, возникают новые населенные пункты; строятся заводы, и в числе их целлюлозные комбинаты, сбрасывающие большое количество сточных вод; загрязняются реки, впадающие в озеро. Исследования, проведенные Ладожской экспедицией Лаборатории озероведения АН СССР, показали, что на состояние вод в бухте Петрокрепость оказывают влияние воды Волховской губы и, следовательно, впадающих в нее рек. При ветрах определенных румбов загрязненные воды рр. Волхова и Сяси, впадающих в Волховскую губу, могут достигать бухты Петрокрепость. (Эти воды направляются на мыс Сосновец бухты Петрокрепость; Охлопкова, 1961). А. Н. Охлопкова отмечает, что одновременно часть волховских вод при ветрах определенных направлений попадает прямо из реки в Ново-Ладожский канал, из которого втекает в р. Неву у г. Петрокрепости. Таким образом, на качестве воды в бухте Петрокрепость отражается загрязненность казалось бы столь удаленных рек, как Волхов и Сясь.

Загрязняется сточными водами бумажного комбината и западное побережье Ладожского озера (район устья Вуоксы).

## Результаты исследований

Для выяснения современного состояния воды бухты Петрокрепость нами в 1962 г. два раза в течение лета — в мае и в июне — были взяты пробы на нескольких станциях (рис. 1). Эти исследования показали,

ТАБЛИЦА 1

Численность бактериопланктона в воде бухты Петрокрепость Ладожского озера в 1962 г (млн/мл)

| Дата взятия пробы | Глубина, в м | № станции 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|---|---|
| 22 мая | 0.30 | 1.1 | 0.6 | 0.5 |
| | 5.0 | 1.0 | 0.5 | 0.5 |
| | 9.5 | 0.6 | — | — |
| 17 июля | 0.30 | 0.65 | 0.39 | 0.41 |
| | 5.0 | 0.29 | 0.35 | 0.40 |
| | 9.5 | 0.3 | — | — |

что вода в бухте Петрокрепость и в настоящее время является весьма бедной бактериопланктоном и гетеротрофными бактериями, растущими на мясо-пептонном агаре. В общей численности бактериопланктона в водной толще бухты были отмечены значительные колебания. В мае месяце, следующем за таянием снегов, освобождением озера от льда, численность бактерий оказалась выше, чем в июле, несмотря на то что температурный режим в июле более благоприятствовал размножению бактерий в воде. Наиболее высокой численность бактериопланктона в бухте Петрокрепость была на станции, наиболее удаленной от истока р. Невы (табл. 1). Возможно, в этот период сказалось влияние вод Волховской губы. В июле численность бактериопланктона была ниже.

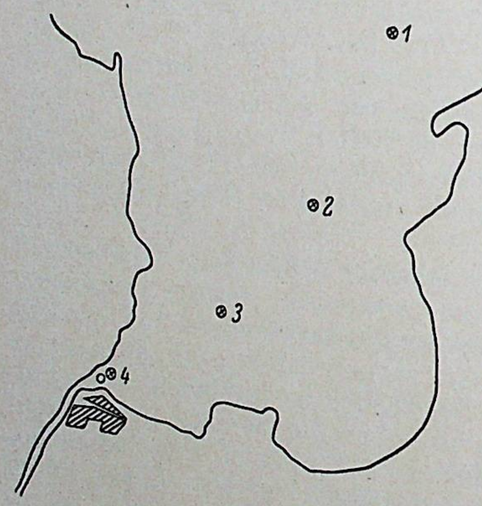



Рис. 1. Станции взятия проб в бухте Петрокрепость.

Бухта Петрокрепость мелководна, тем не менее было отмечено различие в вертикальном распределении бактериопланктона. Глубинные слои были беднее бактериями. Но в общем содержание бактериопланктона в губе соответствовало численности его, наблюдаемой в чистых олиготрофных озерах.

Подобные количества бактериопланктона наблюдались в водах центральной части озера (Родина и Кузьмицкая, 1963). Они говорят о бедности бактериями воды бухты Петрокрепость. О чистоте воды бухты говорит и состав бактериопланктона; он оказался однообразным и в основном состоял из ограниченного числа видов неспороносных палочек и кокков, небольшого числа изогнутых вибрионообразных палочек и немногих видов бацилл.

Чистоту вод бухты Петрокрепость показали и определения количеств гетеротрофных бактерий, растущих на мясо-пептонном агаре (табл. 2).

Таким образом, в р. Неву вливаются воды, бедные бактериями. Это показали и анализы воды, специально проведенные в мае и в июне 1962 г. в самом истоке Невы, немного выше с. Орешек на створе г. Петрокрепости



ТАБЛИЦА 2

Содержание гетеротрофных бактерий, растущих на МПА в водах бухты Петрокрепость (1962 г.) (экз./мл)

| Дата взятия пробы | Глубина, в м | № станции 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|---|---|
| 22 мая | 0.30 | 120 | 10 | 5 |
| | 5.0 | 26 | 11 | 198 |
| | 9.5 | 125 | — | — |
| 17 июля | 0.30 | 7 | 6 | 6 |
| | 5.0 | 2 | 16 | 8 |
| | 9.5 | 6 | — | — |

(рис. 1, ст. 4). Все бактериальные показатели свидетельствуют, что в истоке Невы вода отличается чистотой. Общая численность бактериопланктона колебалась в поверхностных слоях воды от 0.29 до 0.5 млн/мл, в придонных от 0.41 до 0.58 млн/мл. В мае количество бактериопланктона, как и в водах бухты Петрокрепость, было выше, чем в июле. Количество гетеротрофов было низким: от 2 до 243 клеток в 1 мл (в мае — от 2 до 243,

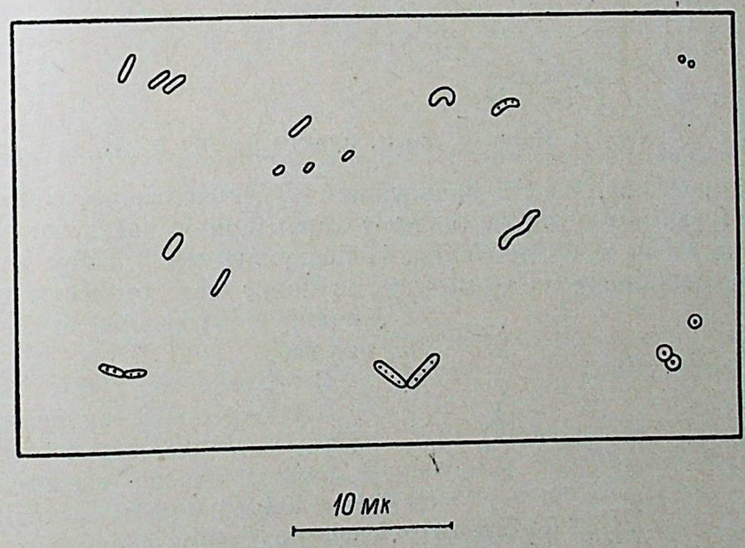



Рис. 2. Состав бактериопланктона в истоке р. Невы (схема).

в июле — от 31 до 50 клеток). Рост бактерий группы кишечной палочки не был получен при засеве большими количествами воды. Состав бактерий оказался аналогичным составу бактериальных ценозов бухты Петрокрепость (рис. 2).

Вопрос о качественном составе микробиального планктона является весьма сложным и почти неосвещенным. А. С. Разумов (1962) считает, что в незагрязненных органическими веществами водоемах преобладают кокковые формы. Наши исследования на Неве и ранее на Ладожском озере (Родина и Кузьмицкая, 1964) показали, что преобладающими в составе бактериальных ценозов чистых вод являются мелкие неспороносные палочки и затем кокки. В чистых водах как Невы в ее истоке, так и Ладожского озера были постоянно обнаруживаемы изогнутые вибрионо-

образные палочки, которые могли бы быть отнесены и к вибрионам. Однако вибрионы ни разу не были выделены из водной толщи чистых районов Ладоги, а палочки, имеющие такую форму клеток, были выделяемы неоднократно, что дает нам основание отнести эти формы к палочко-

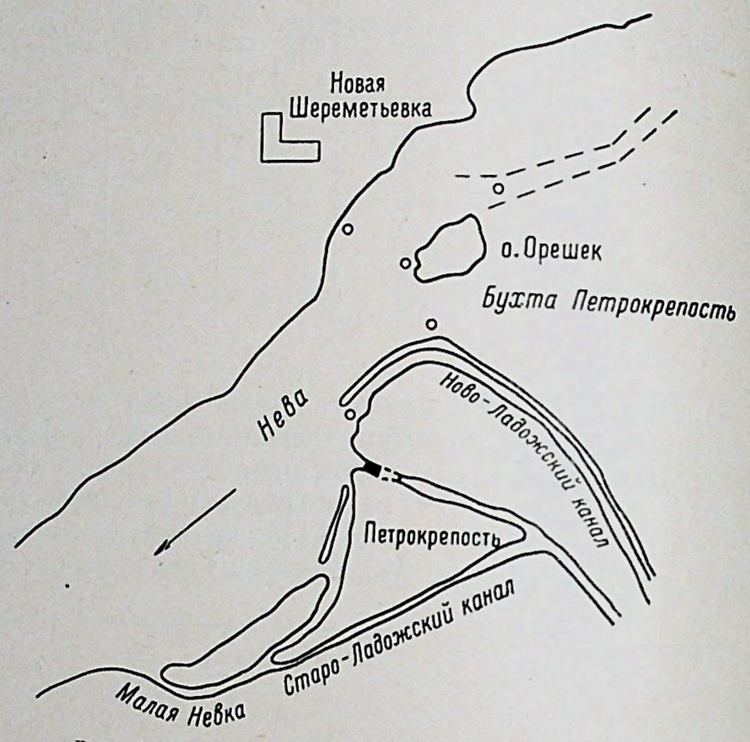



Рис. 3. Исток р. Невы, пункты взятия проб.

видной микрофлоре. Как в дальнейшем будет показано, вибрионы или вибрионообразные клетки составляют характерную часть бактериальных ценозов вод Невы и ее притоков. С поступлением в Неву загрязнений появляются вибрионы (которые уже не могут быть отнесены к палочковидной микрофлоре) и мелкие спириллы.

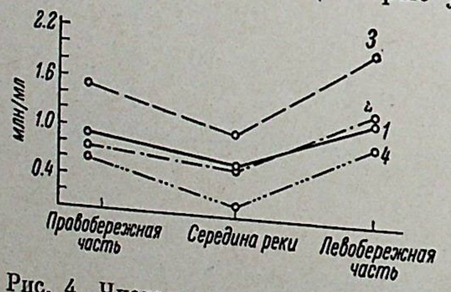



Рис. 4. Численность бактериопланктона на створе у г. Петрокрепости.

*По горизонтали* — положение станций взятия проб; *по вертикали* — общая численность бактериопланктона, в млн/мл. *1* — июль 1962 г., поверхность; *2* — июль 1962 г., придонный слой; *3* — октябрь 1963 г.; *4* — март 1963 г.

В истоке р. Невы расположен г. Петрокрепость, спускающий свои сточные воды непосредственно в нее. В районе города имеются каналы: Ново-Ладожский и Старо-Ладожский, соединяющие р. Неву с р. Волховом и идущие далее от р. Волхова до р. Сяси (рис. 3).

Каналы эти сообщаются с Ладожским озером только в местах пересечения их с реками. Мы не располагаем данными относительно влияния волховских вод на численность и состав бактерий воды каналов, о загрязнении их, однако вода Невы в непосредственной близости к Ново-Ладожскому каналу отличалась по содержанию бактерий от воды русла, несмотря на мощность потока Невы в этом районе. Так, в конце октября 1964 г. у правого берега численность гетеротрофных бактерий составляла 47 клеток в 1 мл, в середине реки — 4 клетки в 1 мл, у места выхода Ново-Ладожского канала она была 528 клеток в 1 мл. Не менее разительное различие наблюдалось и в общей численности бактерий. У правого берега



она была равна 0.68 млн/мл, в середине реки — 0.47 млн/мл, а у места выхода вод канала 3.35 млн/мл, т. е. по сравнению с серединой реки количество гетеротрофных бактерий было выше в 142 раза, а общей численности в 7.1 раза, что говорит о том, что загрязнение происходило за счет органических веществ. На загрязняющее влияние вод обоих Ладожских каналов на р. Неву в ее истоке указывал еще И. А. Гусев (1912).

Анализы воды, проведенные на створе у г. Петрокрепости (рис. 4), показали, что г. Петрокрепость вносит загрязнение, сказывающееся в воде левобережной части реки (табл. 3).

ТАБЛИЦА 3

Микробиологические показатели воды р. Невы на створе у г. Петрокрепости

| Дата взятия пробы | Правобережная часть | | | Середина | | | Левобережная часть | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | общее число, в млн/мл | количество гетеротрофов, в экз./мл | коли-индекс | общее число, в млн/мл | количество гетеротрофов, в экз./мл | коли-индекс | общее число, в млн/мл | количество гетеротрофов, в экз./мл | коли-индекс |
| 17 VII 1962 | 0.92 | 66 | <23 | 0.6 | 9 | <9 | 1.2 | 51 | <23 |
| 8 X 1962 | — | — | — | 0.96 | 42 | <9 | 1.3 | 74 | <9 |
| 22 III 1963 | 0.6 | 83 | <9 | 0.17 | 15 | <9 | 0.96 | 119 | 111 |
| 24 V 1963 | 1.66 | 648 | <23 | 1.08 | 6 | | — | — | — |
| 20 VII 1963 | — | — | — | 0.53 | 63 | <9 | 0.82 | 65 | 111 |
| 22 X 1963 | 1.47 | 175 | <23 | 1.07 | 27 | <9 | 2.14 | 190 | <23 |
| 1 X 1964 | 0.68 | 47 | <9 | 0.47 | 4 | <9 | 3.35 | 528 | <9 |

Влияние г. Петрокрепости вызывается не только микробиологическими показателями, но и химическими; так, окисляемость невской воды была выше и в июле 1962 г. и в октябре 1963 г. в левобережной части Невы по сравнению с правобережной и центральной частями реки (Озерецковская и Смирнова, наст. сб.). Загрязняющее влияние г. Петрокрепости на р. Неву отмечал С. В. Моисеев (1934).

В верхнем течении р. Невы (до Ивановских порогов) в нее впадает с правой стороны Черная речка (в 4 км ниже г. Петрокрепости), с левой стороны — рр. Мойка и Мга.

Черная речка вносит в Неву воды очень окрашенные, с низкими pH. Обнаружились резкие колебания содержания бактерий в ее устьевом участке в разные месяцы года и резкое расхождение между общим количеством бактериопланктона и количеством бактерий, растущих на МПА (табл. 4). Эти резкие колебания могут быть связаны подпором воды притока водой Невы, проникновением вод Невы в устье до места взятия проб.

Наиболее высокие количества бактериопланктона наблюдались в Черной речке в октябре 1962 г. и в июле 1963 г. В эти дни была, по данным Озерецковской и Смирновой (наст. сб.), и наиболее высокая окисляемость (в октябре 118.4, в июле 63.9 мг O/л). Такое высокое содержание бактериопланктона, как 17—19 млн/мл говорит или о сильном загрязнении речки, или об особых условиях, благоприятствующих развитию бактериопланктона. Но и в периоды, когда анализы обнаруживали столь высокое содержание бактериопланктона, количество гетеротрофных бактерий, растущих на мясо-пептонном агаре, оказывалось невысоким, а временами — низким. На загрязненность воды Черной речки указывает коли-индекс, он не опускался ниже 10 000, большей частью был выше.

Рассмотрение состава бактериопланктона показывает, что в нем в значительном количестве находились спороносные, образующие нити бакте-

ТАБЛИЦА 4

Содержание бактерий в устьевых участках притоков верхнего течения р. Невы

| Дата взятия пробы | р. Черная | | | р. Мойка | | | р. Мга | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | общее число, в млн/мл | количество гетеротрофов, в экз./мл | коли-индекс | общее число, в млн/мл | количество гетеротрофов, в экз./мл | коли-индекс | общее число, в млн/мл | количество гетеротрофов, в экз./мл | коли-индекс |
| 8 X 1962 | 17.4 | 1019 | 23800 | 6.2 | 810 | 2300 | 2.68 | 996 | 2300 |
| 22 III 1963 | 1.8 | 102 | 10000 | — | 118 | 4000 | 1.3 | 144 | 20000 |
| 30 V 1963 | 1.97 | 680 | 20000 | 23.94 | 505 | 10000 | — | 135 | 40000 |
| 20 VII 1963 | 19.56 | 380 | 80000 | 3.85 | 2320 | 4000 | 5.06 | 535 | 4000 |
| 22 X 1963 | — | — | — | 6.62 | 2300 | 10000 | 3.76 | 1430 | 10000 |

рии, вибрионы, мелкие спириллы и небольшое количество видов кокков и неспороносных палочек (рис. 5). Наличие в составе бактериопланктона спороносных, образующих нити бактерий, по нашему представлению, является также одним из признаков загрязнения, оно указывает на наличие органических веществ, недоступных разложению неспороносными бактериями. В этом отношении наши взгляды расходятся с имеющимися

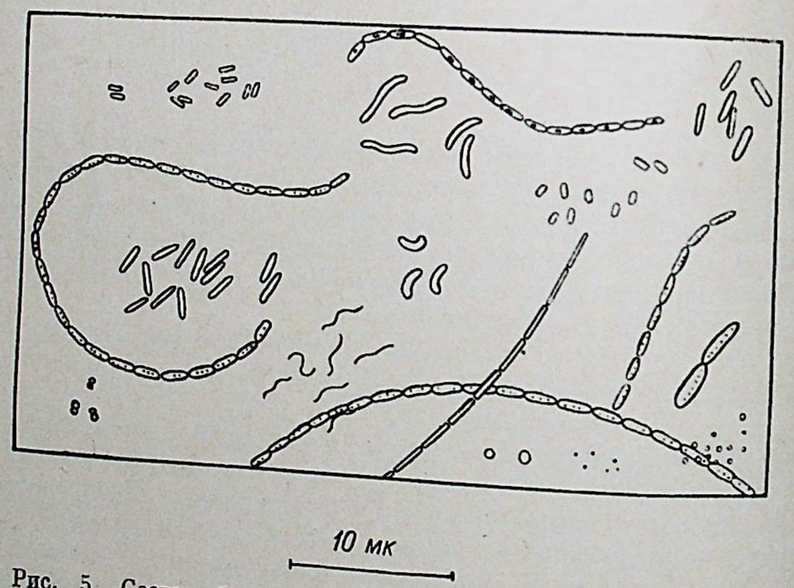



Рис. 5. Состав бактериопланктона в устье Черной речки (схема).

в литературе. А. С. Разумов (1962) считал, что на начальных стадиях разложения органических веществ преобладают палочковидные формы (бактерии и бациллы), которые на более поздних стадиях разложения сменяются кокковыми формами, которые и являются преобладающими, когда распад завершается и стабилизируется. По имеющимся у нас многолетним материалам по разным водоемам (рекам и озерам), как по чистым, так и по загрязненным в различной степени, бактериальные ценозы чистых вод складываются в основном из неспороносных палочек, изогнутых форм и кокков, при обилии же органических веществ, когда процессы минерализации находятся на различных этапах, преобладающими оказываются спороносные, образующие нити бактерии, хотя количество неспороносных



форм продолжает оставаться значительным. Количество видов кокков не уменьшается, однако в создающемся ценозе процент их содержания оказывается более низким.

Левобережные притоки — Мойка и Мга — вносят в Неву воды в той или иной степени загрязненные. Общее содержание микроорганизмов

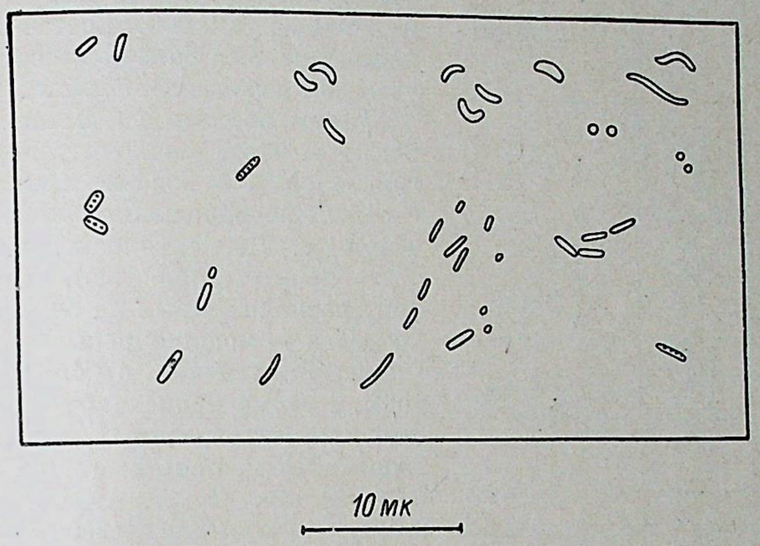



Рис. 6. Состав бактериопланктона в р. Неве у Ивановских порогов (схема).

в воде р. Мойки не опускалось ниже 3.5 млн/мл, количество же гетеротрофных бактерий не было высоким, оно колебалось в пределах от 118 до 2300 клеток в 1 мл. Коли-индекс указывал на загрязнение воды — от 2300 до 10 000. Несколько более низкие показатели количества бактерий, растущих на МПА, в воде Мойки приводит В. Н. Гуськова (1958); коли-индекс, по ее данным, колебался в пределах от 1000 до 230 000. Таким образом, коли-индекс бывал в воде Мойки и выше и ниже наблюдавшихся нами.

Состав бактериопланктона в воде устьевого участка р. Мойки отличался от состава его в Черной речке. Здесь в значительном количестве находились вибрионы и мелкие спириллы. Было много мелких и крупных палочек, мало кокков, встречались клетки дрожжей, которых не было на фильтрах из р. Невы и Черной речки.

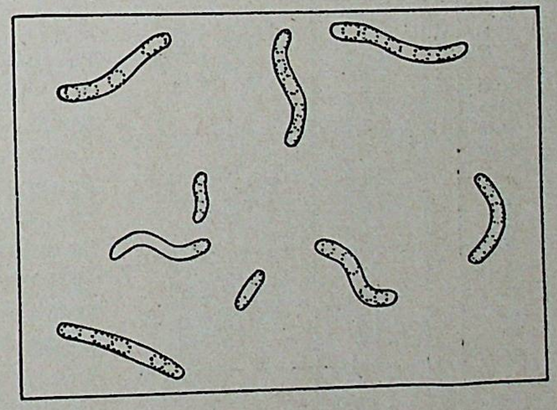



Рис. 7. Бактерии, в массе развившиеся в воде р. Невы в районе Ивановских порогов в октябре 1964 г.

Состояние вод в р. Мге мало отличается от состояния их в р. Мойке. Общая численность бактериопланктона колебалась в пределах от 1.3 до 5.06 млн/мл, несколько выше было содержание гетеротрофных бактерий на МПА — от 135 до 1430 клеток/мл. Такие же пределы колебаний количества гетеротрофных бактерий (от 120 до 2994) указывает В. Н. Гусь-

ТАБЛИЦА 5

Содержание бактерий в воде устьевых участков притоков нижнего течения Невы

| Дата взятия пробы | р. Тосна | | | р. Славянка | | | р. Ижора | | | р. Б. Охта | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | общее число, в млн/мл | количество гетеротрофов, в экз./мл | коли-индекс | общее число, в млн/мл | количество гетеротрофов, экз./мл | коли-индекс | общее число, в млн/мл | количество гетеротрофов, в экз./мл | коли-индекс | общее число, в млн/мл | количество гетеротрофов, в экз./мл | коли-индекс |
| 8 X 1962 | 13.03 | 1186 | 23800 | 17.3 | 5840 | 238000 | 32.16 | 56080 | 2380000 | — | 2000 | 238000 |
| 22 III 1963 | 4.09 | 5200 | 120000 | 31.3 | 30200 | 1120000 | 8.7 | 59200 | 193000 | — | — | — |
| 30 V 1963 | 4.9 | 225 | 450000 | 30.6 | 23500 | 460000 | 2.03 | 8240 | 90000 | 26.0 | 312230 | 192000 |
| 20 VII 1963 | 6.79 | 470 | 168000 | 46.57 | 61600 | 230000 | 11.68 | 84160 | 168000 | 15.1 | 142800 | 1000000 |
| 22 X 1963 | 4.71 | 6940 | 100000 | 42.46 | 51000 | 230000 | 8.4 | 17300 | 920000 | — | — | — |
| 8 II 1964 | 2.75 | 1900 | — | 36.8 | 25600 | — | 3.1 | 2240 | — | 11.06 | 3710 | — |

кова (1958). Коли-индекс колебался в пределах от 4000 до 40 000, что говорит о довольно значительном загрязнении воды реки в отдельные периоды. По данным В. Н. Гуськовой, коли-индекс в воде р. Мойки был еще выше — от 2800 до 230 000. Состав бактериопланктона был близок к составу его в устьевом участке р. Мойки.

Таким образом, к Ивановским порогам р. Нева подходит, получив загрязнения и с водами притоков, и от городов, расположенных в верхнем течении (г. Петрокрепость, г. Кировск с его промышленностью), и от поселений, расположенных на берегах. Однако Нева — мощная река с большими скоростями течения, с большой массой воды, поэтому происходит сильное разбавление загрязненных вод притоков водами Невы, протекают процессы самоочищения. По Р. А. Нежиховскому (1957), все притоки Невы почти не оказывают влияния на ее режим. Бактериологические данные показывают, однако, что это не так. У Ивановских порогов общее содержание микроорганизмов в воде Невы колебалось в пределах от 2 до 2.4 млн/мл, а осенью 1964 г. была получена еще более высокая цифра — 6.9 млн/мл. Количество гетеротрофных микроорганизмов, однако, было невелико — оно колебалось в пределах от 90 до 295 клеток в 1 мл. Если сравнить общую численность микроорганизмов, наблюдавшуюся в центральной струе в истоке Невы и у Ивановских порогов, то видно, что по сравнению с истоком общая численность возросла от 2 до 5 раз, а в октябре 1964 г. даже в 7 раз. В несколько раз выше у Ивановских порогов и количество гетеротрофов. Но наиболее сильно увеличилась численность бактерий группы кишечной палочки (коли-индекс до 220 000). По данным В. Н. Гуськовой (1958), содержание бактерий группы кишечной палочки на этом участке было также высоким — коли-индекс доходил до 250 000, на основании чего она делает вывод о загрязненности воды этого участка р. Невы. С. В. Моисеев (1934), располагая материалами многолетних исследований воды р. Невы в районе Ивановских порогов, отмечает, что число колоний в ней периодически очень велико и кишечная палочка встречается в очень большом проценте проб; он приходит к выводу, что имеет место значительное загрязнение и заражение сточными водами всего сечения Невы в этом районе.

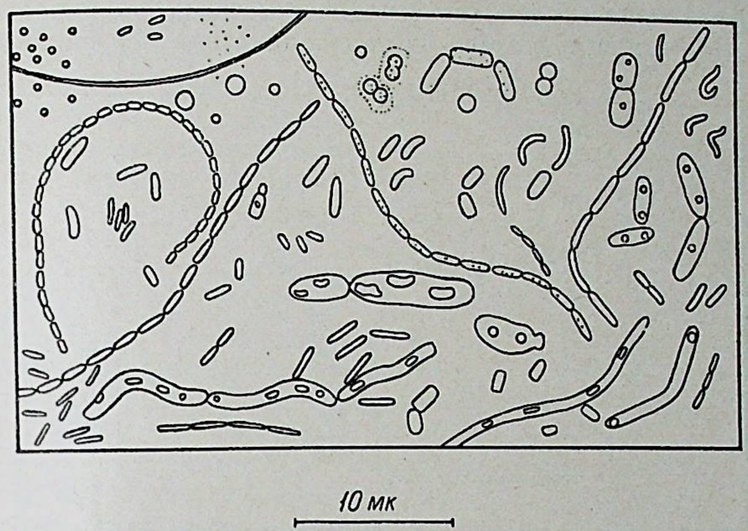



Рис. 8. Состав бактериопланктона в устье р. Ижоры (схема).

Состав микроорганизмов в воде этого участка р. Невы оказался более богатым формами и более разнообразным по сравнению с водой истока. В составе бактериальных ценозов появились крупные формы палочек и спороносные бактерии, хотя и в небольшом количестве. Как и в истоке Невы, в водах притоков в этом участке реки в составе бактериопланктона имелись вибрионы (рис. 6). В октябре 1964 г. в воде реки имело место массовое развитие крупных палочек с зернистой протоплазмой (рис. 7).

В своем нижнем течении до черты г. Ленинграда Нева принимает еще несколько притоков: рр. Тосну, Ижору, Мурзинку, Славянку и в черте города р. Б. Охту.

Река Тосна, впадающая в Неву ниже Ивановских порогов, вносит в нее сильно загрязненную воду (табл. 5). Река Тосна получает сточные воды заводов и поселков, расположенных на ее берегах, что сказывается на качестве ее воды. Загрязнение р. Тосны было сильным уже в 1909 г. (Отчет СПб. Гос. думы от 1909 г.). В период нашего исследования общее содержание микроорганизмов в воде р. Тосны было не ниже 3 млн/мл, но доходило до 13 млн/мл (табл. 5), содержание гетеротрофных бактерий было большей частью высоким и особенно высоким был коли-индекс (от 23 800 до 450 000), что говорит об опасном в санитарном отношении характере загрязнения. Несколько меньшие значения численности гетеротрофных

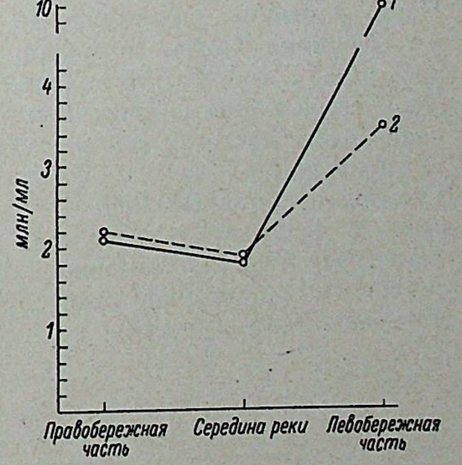



Рис. 9. Численность бактериопланктона в р. Неве на створе у пристани Ново-Саратовской.

*По горизонтали* — положение станций взятия проб; *по вертикали* — численность бактериопланктона, в млн/мл. *1* — июль 1962 г.; *2* — октябрь 1962 г.

бактерий приводит В. Н. Гуськова (1958); коли-индекс, по данным этого автора, колебался более резко — от 230 до 2 380 000.

Бактериопланктон в устьевом участке р. Тосны оказался богатым видами, прежде всего должно быть отмечено наличие в нем разнообразных вибрионов, затем большой процент спороносных палочек и значительно меньшее по сравнению со спороносными количество неспороносных палочек и кокков. Появились в составе бактериопланктона серобактерии.

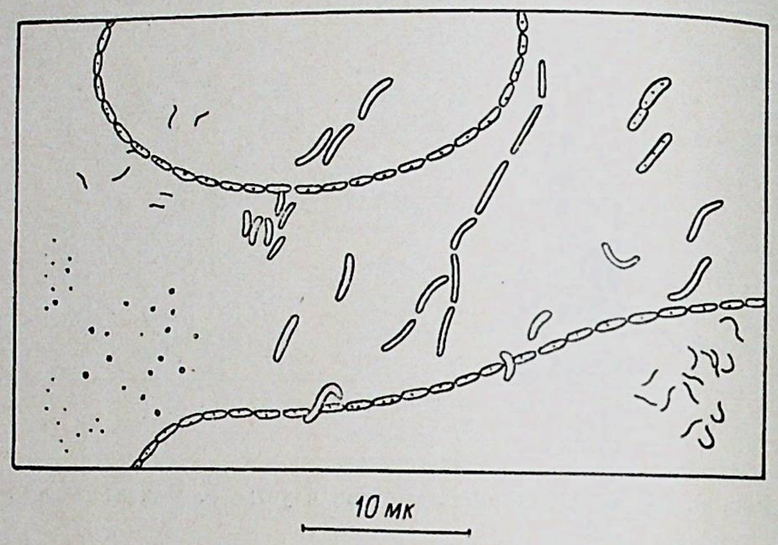



Рис. 10. Состав бактериопланктона в р. Неве выше впадения р. Славянки (схема).

Еще более загрязненным, чем р. Тосна, является следующий приток Невы, р. Ижора, принимающая в себя сточные воды Ижорского завода и г. Колпино. Общее содержание микроорганизмов в ее воде не спускалось ниже 2 млн/мл, но доходило до очень высоких чисел — 32 млн/мл. Количество гетеротрофных бактерий выражалось десятками тысяч в 1 мл, коли-индекс достигал еще не встречавшихся в воде выше расположенных притоков цифр — до 920 000. Еще более высокие коли-индексы приводит Гуськова — до 90 000 000. Все показатели, таким образом, говорят о высокой степени загрязнения воды этого притока Невы. Об этом же свидетельствует и состав бактериопланктона: в нем большое количество нитей спороносных бактерий, разнообразные неспороносные палочки, дрожжи и серобактерии (рис. 8).

ТАБЛИЦА 6

Содержание бактерий в воде Невы на створе пристани Ново-Саратовской (1962 г.)

| Дата взятия пробы | Горизонт | Правобережная часть | | | Середина реки | | | Левобережная часть | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | общее число, в млн/мл | количество гетеротрофов, в экз./мл | коли-индекс | общее число, в млн/мл | количество гетеротрофов, в экз./мл | коли-индекс | общее число, в млн/мл | количество гетеротрофов, в экз./мл | коли-индекс |
| 18 VII | Поверхность | 2.5 | 760 | 23800 | 1.85 | — | 20000 | 10.03 | 4080 | 238000 |
| | Придонный | 3.15 | 2520 | 23800 | 2.9 | — | — | — | — | — |
| 8 XI | 1.0 м | 3.15 | 2520 | 23800 | 2.9 | 480 | 20000 | 3.49 | 6960 | 238000 |



Створ на линии пристани у Ново-Саратовской показал, что загрязнение р. Невы к этому участку возросло. Кроме того, обнаружилось различие в содержании бактерий по сечению реки (табл. 6; рис. 9). Правобережная часть была беднее бактериопланктоном вообще и гетеротрофными бактериями в частности, вода левобережной части была значительно богаче бактериопланктоном, что указывало на влияние несущих загрязненные воды выше расположенных притоков.

Состав микроорганизмов мало отличался от состава его на участке выше расположенном, т. е. у Ивановских порогов. Но в левобережной части бактериопланктон был более богат формами микробов, особенно спороносными, образующими нити бактериями (рис. 10).

Этот створ должен был показать, каково состояние реки до поступления в нее вод р. Славянки, которая является одним из наиболее загрязненных притоков Невы. Имея небольшую протяженность, малый расход воды, р. Славянка принимает в себя сточные воды двух городов: Павловска и Пушкина. Этот приток Невы может служить примером того, во что может быть превращена река в итоге спуска в нее неочищенных сточных вод. Ввиду того влияния, какое оказывают ее воды на левобережную часть Невы, р. Славянка была исследована на всем ее протяжении; в истоке, где Славянка представляет собой небольшой ручей, в те периоды года, когда возможен смыв в нее с ее берегов почвенных частиц, она загрязнена, и только зимой, когда снег препятствует сносу загрязнений с окружающей местности, ее вода несколько чище (табл. 7).

В своем среднем течении р. Славянка представляет собой сточную канаву, что видно из всех бактериологических показателей (и из химических данных) — общее количество микроорганизмов в ее среднем течении выражается миллионами клеток в 1 мл, количество гетеротрофов — сотнями тысяч в 1 мл, количество бактерий группы кишечной палочки огромно и говорит о непрерывном интенсивном загрязнении реки (табл. 7). Наиболее загрязненным является участок реки от Павловска до Московской Славянки (рис. 11). Об этом же говорят химические показа-

ТАБЛИЦА 7

Содержание бактерий в воде р. Славянки

| Дата взятия пробы | Исток | | | Ниже Павловска | | | Устье р. Славянки | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | общее число, в млн/мл | количество гетеротрофов, в экз./мл | коли-индекс | общее число, в млн/мл | количество гетеротрофов, в экз./мл | коли-индекс | общее число, в млн/мл | количество гетеротрофов, в экз./мл | коли-индекс |
| 8 X 1962 | — | — | — | — | — | — | 17.3 | 5840 | 238000 |
| 22 III 1963 | 15.47 | 2560 | 20000 | 281.0 | 763000 | 12000000 | 31.3 | 30200 | 36000 |
| 24 V 1963 | 56.3 | 14800 | 40000 | 228.8 | 386000 | 512000000 | 30.6 | 23450 | 460000 |
| 20 VII 1963 | 47.5 | 2390 | 225000 | 253.7 | 421000 | 57000000 | 46.57 | 61000 | 230000 |
| 22 X 1963 | 38.5 | 27400 | 20000 | 167.5 | 429600 | 12000000 | 42.4 | 51000 | 1120000 |
| 8 II 1964 | 2.4 | 1425 | — | 170.0 | 720000 | — | 36.8 | 25600 | — |

тели: общая минерализация, окисляемость и др. (Озерецковская и Смирнова, наст. сб.).

Состав бактериального ценоза на этом участке р. Славянки характерен для полисапробных вод. Здесь огромное разнообразие микроорганизмов, среди которых много спороносных форм, как образующих нити, так и необразующих их, пряди *Sphaerotilus*, бесцветные серобактерии, главным образом виды рода *Beggiatoa* (рис. 12).

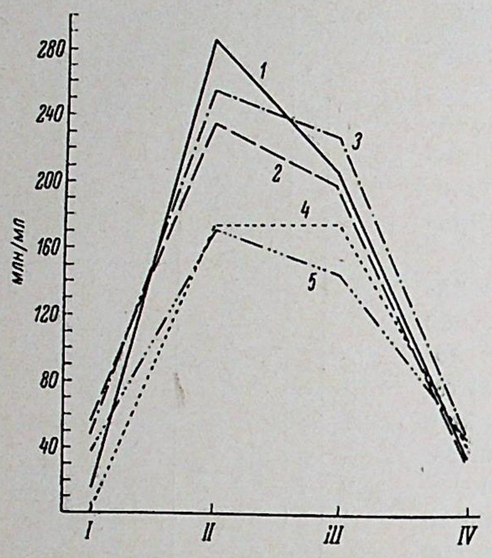



Рис. 11. Численность бактериопланктона в р. Славянке.

*По горизонтали* — пункты взятия проб: *I* — исток, *II* — ниже г. Павловска, *III* — у Московской Славянки, *IV* — устье; *по вертикали* — численность бактериопланктона, в млн/мл. *1* — март 1963 г.; *2* — май 1963 г.; *3* — июль 1963 г.; *4* — февраль 1964 г.; *5* — октябрь 1963 г.

К устью ширина реки и количество воды в ней возрастают, кроме того, по-видимому, имеет значение и происходящий временами подпор воды Невою, проникновение невской воды в устье, на что указывает, в частности, резкое снижение минерализации, — все это приводит к тому, что количество бактериопланктона и его состав в устье меняются: количество бактериопланктона значительно ниже, в составе его меньше видов, меньше количество серобактерий, исчезли пряди *Sphaerotilus*, но и здесь все же преобладают спороносные образующие нити бактерии и вибрионы (рис. 13).

Таким образом, Славянка вносит в Неву воды загрязненные и в отдельные периоды оказывает значительное влияние на ухудшение качества левобережной части р. Невы (табл. 8). Особенно четко это видно по данным, полученным в марте при взятии проб из-подо льда. Общее количество

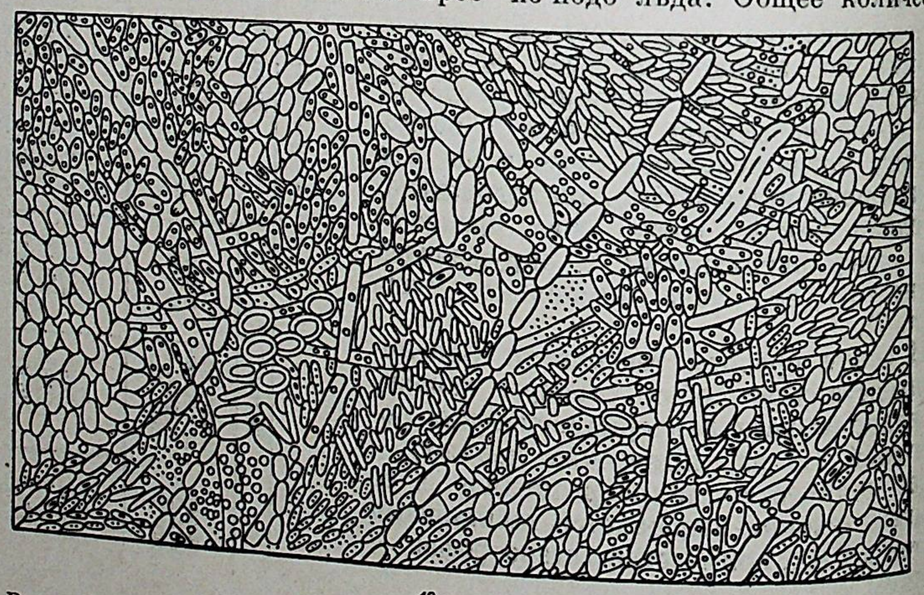



Рис. 12. Состав бактериопланктона р. Славянки ниже г. Павловска (схема).

бактериопланктона в левобережной части было в 2 раза выше, чем в правобережной, и в 8 раз выше, чем в середине реки; количество гетеротрофов было выше более чем в 100 раз. Огромное различие было в содержании бактерий группы кишечной палочки.

Выявилось это различие и по химическим показателям — бихроматная окисляемость была выше в левобережной части (Озерецковская и Смирнова, наст. сб.).

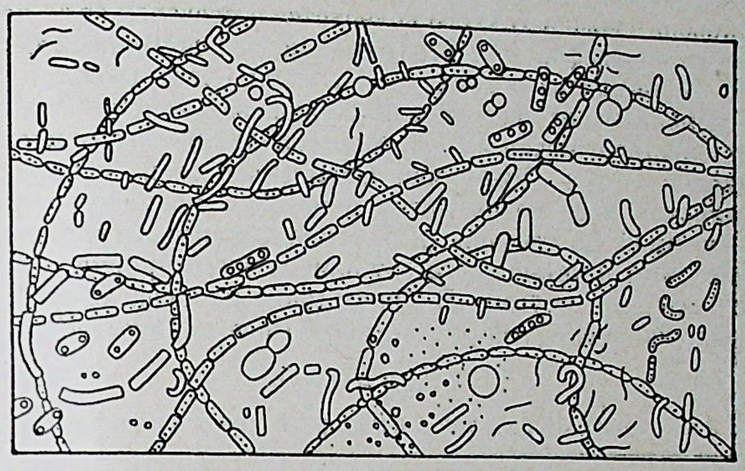



Рис. 13. Состав бактериопланктона в устье р. Славянки (схема).

В летнее время и даже осенью при мощности потока это различие выявляется менее резко, хотя влияние Славянки (табл. 8) могло быть отмечено по всем показателям.

Впадение загрязненной рч. Мурзинки (общая численность бактерий до 7. 2 млн/мл, количество гетеротрофов 1400—1800 мл) не улучшает положения, в Неве в районе забора воды водопроводной станцией обнаруживается то же содержание бактериопланктона, что и ниже впадения р. Славянки: 3. 54 млн в 1 мл, количество гетеротрофов значительно — 1370. Коли-индекс был очень высоким — 480 000.

ТАБЛИЦА 8

Содержание бактерий в воде Невы на створе ниже впадения р. Славянки

| Дата взятия пробы | Правобережная часть | | | Середина | | | Левобережная часть | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | общее число, в млн/мл | количество гетеротрофов, в экз./мл | коли-индекс | общее число, в млн/мл | количество гетеротрофов, в экз./мл | коли-индекс | общее число, в млн/мл | количество гетеротрофов, в экз./мл | коли-индекс |
| 23 III 1963 | 1.71 | 86 | 23000 | 0.44 | 77 | 12000 | 3.42 | 11140 | 200000 |
| 24 V 1963 | 3.04 | 80 | 28000 | 2.06 | 105 | 17000 | 3.95 | 495 | 192000 |
| 17 VII 1963 | 2.87 | 395 | 32000 | 1.74 | 410 | 22000 | 3.89 | 550 | 380000 |
| 1 XI 1964 | 3.35 | 410 | 2000 | 1.69 | 105 | 2000 | 5.1 | 450 | 36000 |

В пределах г. Ленинграда имеется огромное количество спусков канализационных вод в Неву, и загрязнение реки возрастает. И в черте города левобережная часть Невы остается более загрязненной, чем правобережная. За последние годы загрязненность реки настолько возросла, что

в 1960—1962 гг. имели место затруднения в работе Ленгорводопровода в итоге появления в массовых количествах в зимнее время в воде реки грибка *Leptomitus lacteus* и нитей *Sphaerotilus natans* (Раскина, 1963). Оба эти вида являются показателями сильного загрязнения воды.

В черте города р. Нева принимает еще один приток — р. Б. Охту. Этот приток Невы несет также сильно загрязненную воду. Общее количество микробов в воде р. Б. Охты колеблется в пределах от 11 до 26 млн/мл, количество гетеротрофов — от 3710 зимой подо льдом до 312 тыс./мл в летнее время. Коли-индекс в водах р. Б. Охты очень высок (от 192 000 до 1 000 000) и показывает массивное фекальное загрязнение воды все время. Это обстоятельство отмечал и С. В. Моисеев (1928) в своих исследованиях, относящихся к 1926 г. Уже ниже Охтинского озера общее содержание микроорганизмов в ее водах почти 3 млн/мл, количество гетеротрофов 1210 в 1 мл, ниже по течению (к с. Никольскому) загрязнение прогрессирует (табл. 9) и к устью достигает наибольшего уровня.

Состав бактерий в устье р. Б. Охты: масса палочек, спороносных и неспороносных, вибрионы, спириллы, небольшое количество серобактерий.

ТАБЛИЦА 9

Изменение численности бактерий по течению р. Б. Охты

| Место взятия пробы | Общее количество, в млн/мл | Количество гетеротрофов, в экз./мл | Коли-индекс |
|---|---|---|---|
| По выходе из Охтинского озера | 2.75 | 1210 | — |
| Выше с. Никольского | 3.44 | 1755 | — |
| Устье | 15.4 | 1900 | 238000 |

Вследствие всех этих причин р. Нева подходит к устью с весьма выраженными показателями бактериального загрязнения и в устье своем остается загрязненной (табл. 10).

Таким образом, за тот короткий путь, который проходит р. Нева от Ладожского озера до Невской губы, в воде ее меняются все бактериологические показатели (рис. 14) в сторону более или менее резкого ухудшения. Вода р. Невы уже выше города является загрязненной, это загрязнение резко возрастает в черте города и в устье р. Невы. В значительной степени ухудшают состояние воды р. Невы впадающие в нее притоки, воды которых загрязнены в той или иной степени (рис. 15).

Полученные материалы показывают, что численность бактериопланктона в водах Невы и ее притоков, например р. Славянки, зависит от содержания в воде как органических, так и минеральных соединений, что соотношение общей численности бактерий и содержания гетеротрофов неодинаково в разных водоемах и даже разных биотопах одного и того же водоема, вследствие того что видовой состав бактерий чрезвычайно разнообразен, требования отдельных видов и целых групп бактерий к условиям существования и питательным веществам весьма различны. Неодинаковы условия среды рр. Невы и Славянки, однако по этим рекам достаточно четко выявляется и для общей численности бактериопланктона зависимость, хорошо известная для гетеротрофных бактерий: возрастание содержания органических веществ в воде сопровождается увеличением общих чисел бактерий. Это соотношение было выявлено для р. Оки (Родина, 1964). Одной из причин этого надо считать то обстоятельство, что продукты минерализации гетеротрофными бактериями органических веществ являются материалом для развития других групп бактерий, другим обстоятельством — развитие бактерий, использующих органи-



ТАБЛИЦА 10

Содержание бактерий в рр. Неве ниже впадения р. Б. Охты и в устье

| Дата взятия пробы | Правобережная часть | | | Середина реки | | | Левобережная часть | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | общее число, в млн/мл | количество гетеротрофов, в экз./мл | коли-индекс | общее число, в млн/мл | количество гетеротрофов, в экз./мл | коли-индекс | общее число, в млн/мл | количество гетеротрофов, в экз./мл | коли-индекс |
| **Ниже течения р. Б. Охты** | | | | | | | | | |
| 8 X 1962 | — | — | — | 7.43 | 1500 | 238000 | 2.44 | 6500 | 2380000 |
| 31 V 1963 | 9.71 | 20500 | 2238000 | 12.95 | 3800 | 28000 | 10.62 | 4500 | 128000 |
| 17 VII 1963 | — | — | — | 12.91 | 1300 | 126000 | 4.97 | 33000 | 640000 |
| 1 XI 1964 | 1.7 | 2000 | 28000 | 6.3 | 1070 | 9000 | 1.68 | 5500 | 93000 |
| **Устье** | | | | | | | | | |
| 8 X 1962 | — | — | — | 7.68 | 640 | 238000 | 5.95 | 2200 | 2380000 |
| 31 V 1963 | — | — | — | 5.67 | 3800 | 28000 | 3.92 | 4600 | 128000 |
| 17 VII 1963 | — | — | — | 12.38 | 12700 | 126000 | 3.78 | 33000 | 640000 |
| 1 XI 1964 | 2.32 | 11800 | 44000 | — | 3700 | 3200 | 1.96 | — | — |

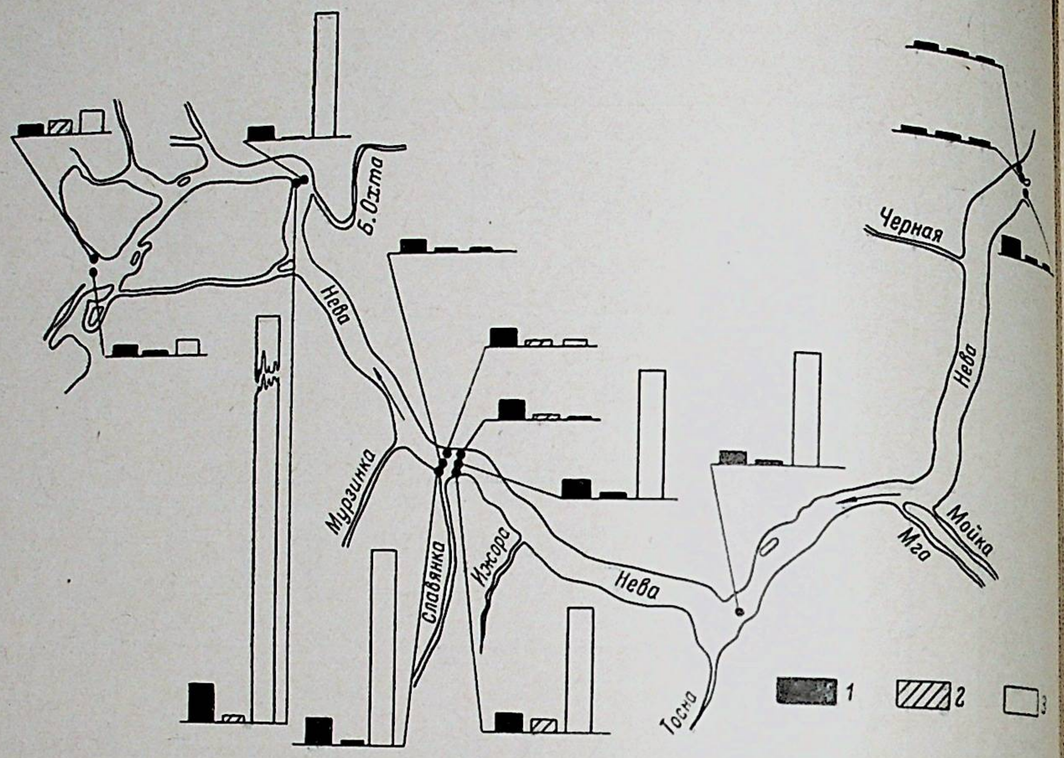



Рис. 14. Бактериологические показатели в различных пунктах р. Невы.

*1* — общая численность бактерий, в млн/мл; *2* — количество гетеротрофов, в тыс./мл; *3* — колиндекс, в тыс./л.

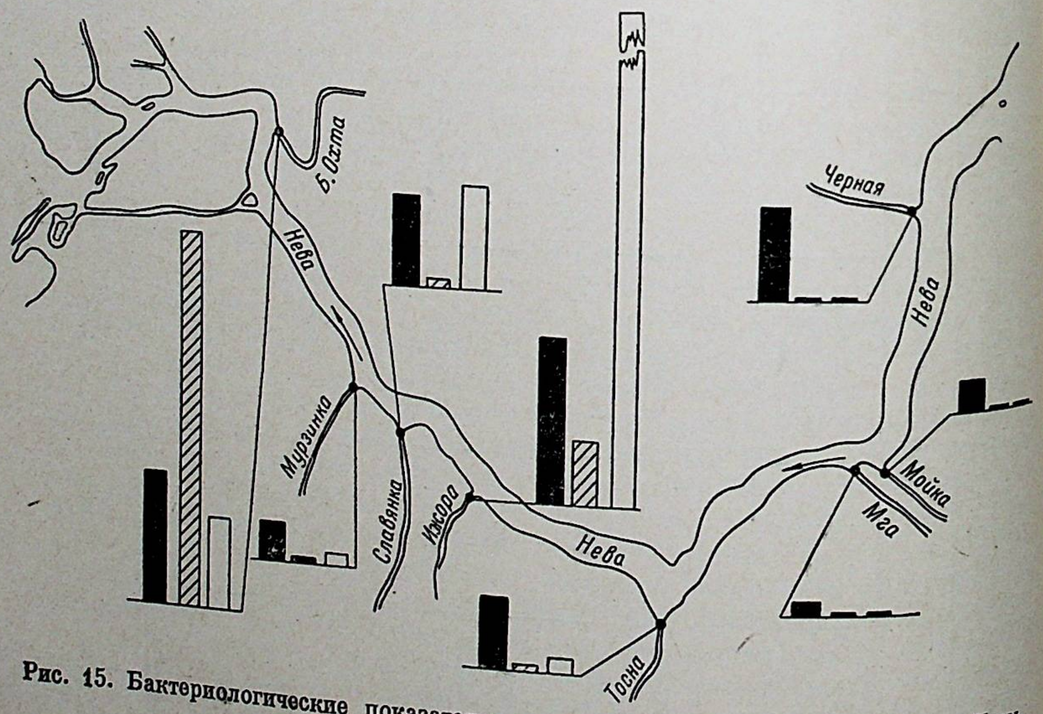



Рис. 15. Бактериологические показатели в устьевых участках притоков р. Невы. Обозначения как на рис. 14.

ческие вещества в сочетании с минеральными соединениями. Выявившаяся закономерность может быть показана сопоставлением данных по содержанию органических веществ и общей численности бактериопланктона по трем рекам: Неве, Оке и Славянке.

В то время как содержание органических веществ в воде р. Невы выражается бихроматной окисляемостью в пределах от 21 до 32. 7 мгО/л, в р. Оке — от 22 до 32 мгО/л, в р. Славянке — от 11 до 176. 6 мгО/л, общие числа бактериопланктона по этим рекам оказались следующие: в р. Неве — от 0. 3 до 16 млн/мл, в р. Оке — от 1 до 14 млн/мл, в р. Славянке — от 2.4 до 400млн/мл. В итоге обработки данных методами биометрии эта общая закономерность может быть проиллюстрирована по рр. Неве и Славянке выравненными рядами общего содержания микроорганизмов в количестве гетеротрофных бактерий в соотношении с содержанием органических веществ. Возрастание органических веществ сопровождается прогрессирующим увеличением и общих чисел бактерий, и количества гетеротрофов (рис. 16, 17). Вместе с тем очевидны и различия в темпах возрастания. Количество гетеротрофных бактерий с увеличением содержания органических веществ возрастает интенсивнее.

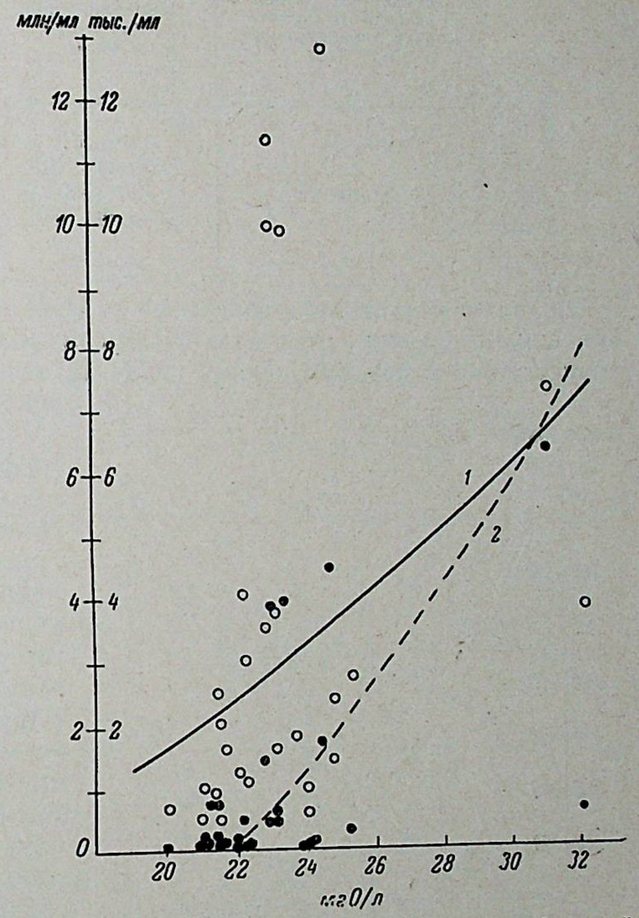



Рис. 16. Зависимость общей численности бактерий и количества гетеротрофов от содержания органических веществ в воде р. Невы.

*1* — общая численность бактерий; *2* — количество гетеротрофных бактерий. *По горизонтали* — содержание органических веществ (бихроматная окисляемость, в мг О/л); *по вертикали*: слева — общая численность бактерий, в млн/мл; справа — количество гетеротрофов, в тыс./мл.

Общая численность бактериопланктона зависит и от содержания минеральных соединений. Эта зависимость может быть представлена по данным по р. Славянке (табл. 11), в которой все указанные величины колебались в больших пределах, хотя число проб воды, взятых в р. Славянке, и было невелико.

Как при более низкой, так и более высокой минерализации с увеличением содержания органических веществ возрастает и общее число бактерий.

При наличии высокой минерализации и высоком содержании органических веществ наблюдается наибольшая численность микроорганизмов (до 400 млн/мл), и, наоборот, при малой минерализации и бедности органическими веществами численность бактериопланктона наиболее низка.

## ТАБЛИЦА 11

### Зависимость численности бактериопланктона от содержания органических и минеральных веществ[1] в воде р. Славянки

| Содержание органических веществ (бихроматная окисляемость), в мг О/л | Минерализация (сумма ионов), в мг/л | Общая численность бактериопланктона (средние данные), в млн/мл |
|---|---|---|
| 10—50 | 130—550 | 34.7 |
| | Свыше 550 | 78.0 |
| Свыше 50 | 130—550 | 46.0 |
| | Свыше 550 | 217.5 |

Если сопоставить полученные по р. Неве и устьевым участкам ее притоков данные, можно отметить, что общая численность бактерий в р. Неве сравнительно с другими реками (табл. 12) невелика. Огромна эта численность в р. Славянке.

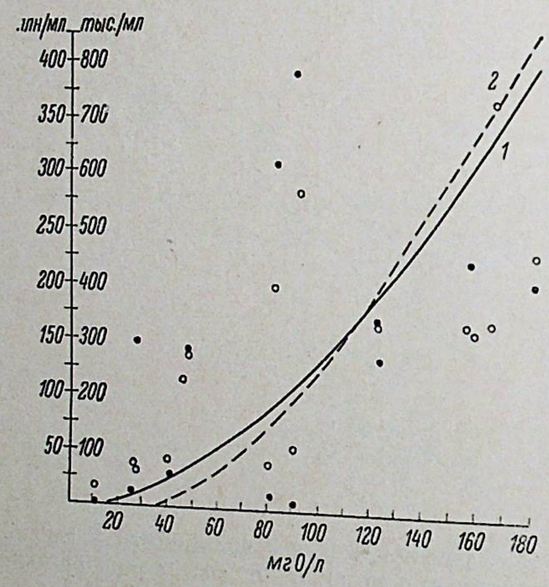



Рис. 17. Зависимость общей численности бактерий и гетеротрофов от содержания органических веществ в воде р. Славянки.

Обозначения как на рис. 16.

Особенностью р. Невы являются относительно низкие числа гетеротрофных бактерий. Даже в зонах сильного загрязнения, когда общая численность бактериопланктона доходит до 10 млн/мл, количество гетеротрофных бактерий оказывается значительно ниже, чем в других реках. И только вблизи устьев сильно загрязненных притоков р. Невы, где можно считать значительной примесь воды этих притоков к водам Невы, и в районах непосредственного поступления в реку больших количеств сточных вод количества гетеротрофов могут быть рассматриваемы как характерные для того загрязнения, какое имеет место. Это обстоятельство было отмечено С. В. Моисеевым (1934). С. В. Моисеев полагал, что вода р. Невы вообще неблагоприятна для развития бактериального планктона, но он не располагал данными прямого счета. Данные прямого счета по общему количеству бактериопланктона не позволяют согласиться с этим выводом С. В. Моисеева. Полученные материалы позволяют заключить, что вода р. Невы неблагоприятна для развития многих видов гетеротрофных бактерий, почему число развивающихся колоний из посевов невской воды обычно относительно мало. Сопоставление этих двух показателей, общей численности бактериопланктона и содержания гетеротрофных бактерий по двум рекам — Неве и Оке, по которым у нас имеются данные

[1] Химические данные принадлежат Н. Г. Озерецковской и Н. Ф. Смирновой (наст. сб.), за предоставление их приносим нашу благодарность.



## ТАБЛИЦА 12

### Содержание бактерий в водах рек

| Река | Год исследования | Количество бактерий: общее, в млн/мл | Количество бактерий: гетеротрофов, в тыс./мл | Автор |
|---|---|---|---|---|
| Нева, верховье | 1962—1964 | 0.47—1.66 | 0.047—0.648 | Родина и Кузьмицкая, наст. сб. |
| Нева в черте города | | 1.68—10.62 | 1.07—3.8 | |
| Славянка, ниже Павловска | | 167.5—281.0 | 421—763 | |
| Славянка, устье | | 140.3—220.0 | 222—611 | |
| Нева, район Ивановских порогов | 1935—1936 | 0.18—0.63 | — | Родина, 1940 |
| Волга, выше Сормова, середина реки | 1959 | 3.8 | 6.76 | Родина, 1964 |
| Волга, ниже г. Горького, у с. Печоры, середина реки | 1959 | 4.7—10.86 | 4.4—40.18 | |
| Волга в районе Куйбышева | 1952—1953 | до 13.0 | — | Варламова, 1957 |
| Волга в районе Волгоградского водохранилища | 1951—1953 | 0.23—2.8 | 0.3—17.8 | Мосевич, 1957 |
| Ока, чистые участки | 1959 | 1.2—2.98 | 1.3—2.4 | Родина, 1963 |
| Ока, загрязненные участки | 1959 | 3.8—13.8 | 3.2—50.0 | |
| Кубань, выше г. Краснодара | 1951 | 1.5—2.4 | 17.1—24.0 | Родина, 1959 |
| Кубань, ниже ст. Елизаветинской | 1951 | 2.8—3.8 | 300—710 | |
| Дунай, у г. Измаила, фарватер | 1958—1959 | 4.6—14.2 | 0.6—14.8 | Гак, 1961 |
| Волхов, устье | 1962 | 1.55—1.75 | 0.29—0.60 | Родина и Кузьмицкая, наст. сб. |
| То же | 1957 | 1.6 | 0.4 | Мосевич, 1962 |
| Сясь, устье | 1962 | 1.7 | 0.92 | Родина и Кузьмицкая, наст. сб. |
| То же | 1957 | 4.18 | 2.40 | Мосевич, 1962 |
| Москва-река, устье | 1959 | 8.0 | 28.8 | Родина, 1959 |
| Москва-река | 1929—1930 | 0.38—1.3 | — | Иерусалимский, 1932 |

по всему течению, показывает это весьма демонстративно, хотя по р. Неве были взяты данные и по районам поступления больших количеств сточных вод, и по районам поступления вод притоков. Выравниванием выявлено, что содержание гетеротрофов в обеих реках увеличивается с увеличением общей численности бактериопланктона, только линия сглаженного ряда по р. Неве идет неизменно и значительно ниже линии по р. Оке (рис. 18). Рисунок ясно показывает, что гетеротрофов в р. Оке было всегда больше при одном и том же в обеих реках количестве бактериопланктона. Особенно низко было содержание гетеротрофов в тех районах р. Невы, где общая численность была мала (приблизительно до 2 млн/мл).

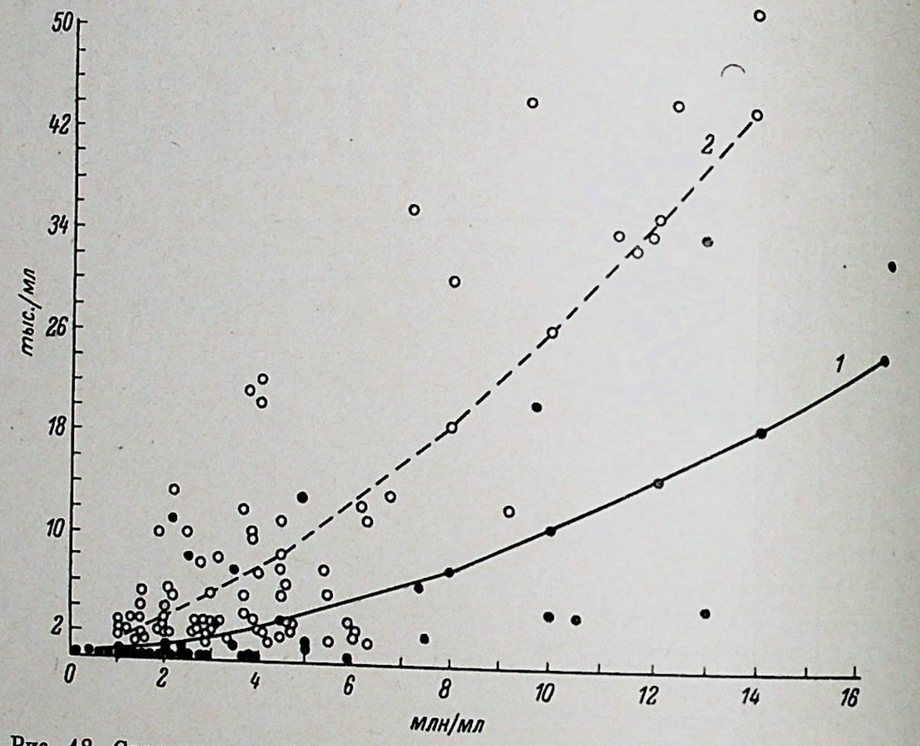



Рис. 18. Соотношение общих чисел бактерий и содержания гетеротрофов в рр. Неве и Оке.

*1* — количество гетеротрофов в воде р. Невы; *2* — количество гетеротрофов в воде р. Оки. *По горизонтали* — общая численность бактериопланктона, в млн/мл; *по вертикали* — количество гетеротрофных бактерий, в тыс./мл.

Эта закономерность выявляется и из определений процента гетеротрофов к общему числу бактерий, очень низкого в р. Неве:

| Интервалы общих чисел бактерий, в млн/мл . . | 0.5—1.5 | 1.5—2.5 | 2.5—3.5 | 3.5—5.5 | 5.5—10.5 | 10.5—17.5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| % гетеротрофов . . . . | 0.047 | 0.053 | 0.060 | 0.069 | 0.092 | 0.13 |

Встают естественно следующие вопросы: 1) не имеются ли в р. Неве какие-либо особые факторы, не позволяющие развиваться многим гетеротрофным бактериям; 2) показательны ли для р. Невы количества гетеротрофных бактерий. Сопоставление данных по содержанию гетеротрофных бактерий с коли-индексом дает резкое несоответствие этих показателей. Коли-индекс неизменно высок и говорит об очень сильном загрязнении, он высок уже в верхнем течении (кроме истока), количество же гетеротрофных бактерий не выявляет такого сильного загрязнения воды реки.



Из получаемых неизменно очень высоких количеств бактерий группы кишечной палочки в водах р. Невы можно заключить, что для этой группы микроорганизмов невская вода представляет благоприятные условия не только для сохранения, но, по-видимому, и для размножения. Для многих же видов гетеротрофных бактерий необходимы условия, очевидно, совершенно иные.

С. В. Моисеев (1928, 1934) пришел к выводу, что количество колоний, вырастающих в посевах из воды р. Невы, является ненадежным показателем состояния невской воды, и с этим на основании обработки полученных нами материалов нельзя не согласиться. С. В. Моисеев предполагал, что одним из факторов, препятствующих развитию бактерий в воде Невы, являются находящиеся в ней гуминовые вещества. Однако, по данным многих авторов, опубликованным в последние годы (Христева, 1961), гуминовые кислоты не только не угнетают развитие микроорганизмов, но, наоборот, стимулируют его. Мы не располагаем сведениями, позволяющими установить, какими причинами вызывается рассматриваемое явление; это могут быть какие-либо природные качества воды или наличие каких-либо специфических бактериофагов, но к данным по количеству колоний в воде р. Невы следует относиться, учитывая эту особенность невской воды. Для воды р. Невы гораздо более показательными являются данные прямого счета и количества бактерий группы кишечной палочки.

### Численность бактерий в грунтах Невы

Микробиологией грунтов Невы почти не интересовались, поэтому по ним имеются лишь единичные данные. Так, относительно загрязнения грунтов в районе нахождения водозаборных труб сообщал С. Л. Рашкович (1911); загрязнение грунтов в черте города уже в то время было настолько сильным, что водозаборные трубы были перенесены дальше от берега. В начале этого столетия грунты исследовались на наличие в них холерных вибрионов. Других данных по грунтам Невы в литературе найти не удалось до последнего времени. В исследованиях, проведенных ГосНИОРХ, М. В. Мосевич исследовала ряд проб грунтов на общее содержание в них микроорганизмов и на наличие ряда физиологических групп (наст. сб.).

Бактериальные ценозы грунтов являются весьма показательными для состояния реки, так как в грунтах отлагаются и накапливаются загрязняющие реку взвеси, создавая особые условия для развития микроорганизмов. На развитии бактериальных ценозов в грунтах отражается и состав протекающей над грунтами воды.

Взятые нами грунты были различны по составу, преобладали пески или незаиленные (главным образом в верхнем течении), или в той или иной степени заиленные. Для устья реки Невы характерно наличие слоя черного ила, покрывающего песок. В устьях притоков были взяты илы и глины. Различие физических и химических особенностей грунтов обусловливает различие в содержании в них микроорганизмов. Из литературы известно, что илы всегда богаче песков микроорганизмами, заиленные пески содержат большее количество микроорганизмов, чем хорошо промытые. Но в Неве заиленность грунтов тесно связана с загрязнением, поэтому мы считаем возможным провести сравнительное рассмотрение трех проб грунтов, взятых в различных районах Невы, отличающихся по своему характеру (табл. 13).

Полученные данные показывают, что количество гетеротрофных минерализующих органические вещества бактерий было больше в грунте района Ивановских порогов в 8 раз по сравнению с грунтом истока, в грунте же устья их было больше в 159 раз (рис. 19). Резко различно было и общее количество бактерий. Более сильное возрастание количества

ТАБЛИЦА 13

Содержание микроорганизмов в грунтах Невы

| Место взятия пробы | Грунт | Общее количество, в млрд/г | Количество гетеротрофов, в млн/г |
|---|---|---|---|
| Исток | Песок | 0.66 | 0.041 |
| Перед Ивановскими порогами | Слабо заиленный песок | 0.92 | 0.32 |
| Устье | Черный ил | 3.16 | 6.38 |

гетеротрофов по сравнению с общей численностью говорит о повышении в грунтах в первую очередь содержания органических веществ.

Состав бактериальных ценозов был также различен. В истоке Невы бактериальный ценоз состоял из большого количества неспороносных палочек и относительно малого количества спороносных бактерий, изредка встречались *Beggiatoa*, много было микроскопических водорослей. Бактериальный ценоз заиленного хотя и в слабой степени песка из района Ивановских порогов был значительно разнообразнее по составу: в нем было много видов палочковидной флоры, разнообразные спороносные бактерии, нитевидные формы, изогнутые палочки, азотобактер, вибрионы и серобактерии, последние в небольших количествах (рис. 20, *А*). Бактериальный ценоз ила в устье Невы говорит о высоком содержании в нем органических веществ: здесь и разнообразные серобактерии в значительном количестве, и дрожжи, и дрожжеподобные грибки и в большом количестве спороносные палочки, образующие нити и др. (рис. 20, *Б*).

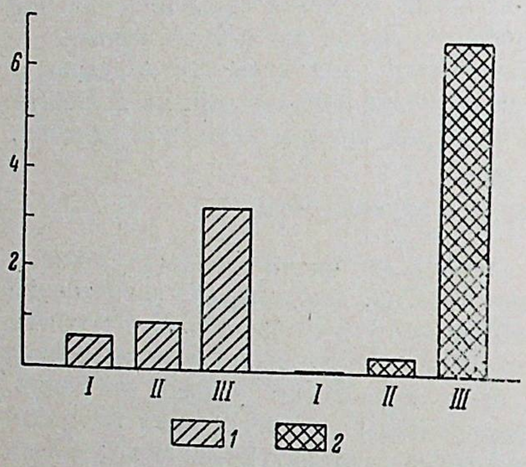



Рис. 19. Общая численность бактерий и количество гетеротрофов в грунтах р. Невы.

*I* — песок в истоке реки; *II* — слабозаиленный песок; *III* — черный ил в устье. *1* — общее число, в млрд/г; *2* — гетеротрофы, в млн/г.

Высокое содержание микроорганизмов было обнаружено в грунтах устьев притоков. Так, в серовато-зеленой глине устья р. Ижоры общее содержание бактерий достигало 6. 4 млрд/г, количество гетеротрофных бактерий — 11. 2 млн/г.

### Изменения в качестве воды р. Невы за 80 лет

Вопрос, насколько изменилось состояние р. Невы за истекшие со времени ее первых бактериологических исследований и до настоящего времени 80 лет, представляет большой интерес. За этот период времени применяемые в санитарной микробиологии методы исследования подвергались некоторым изменениям и усовершенствованиям, но все же возможно произвести сопоставление численности гетеротрофных бактерий и бактерий группы кишечной палочки. В исследованиях разных авторов не совпадают пункты взятия проб, однако можно сопоставление провести по пунктам, близко расположенным. В табл. 14 приведены данные разных авторов по численности гетеротрофных бактерий.



Рассмотрение приведенных данных позволяет заключить, что качество воды в истоке Невы можно считать неизменившимся, зато очень сильно возросло загрязнение реки в нижнем ее течении, особенно в черте города и в устье.

Полученные нами характеристики показывают, что р. Нева уже вблизи от устья, ниже г. Петрокрепости, не защищена от опасных в санитарном

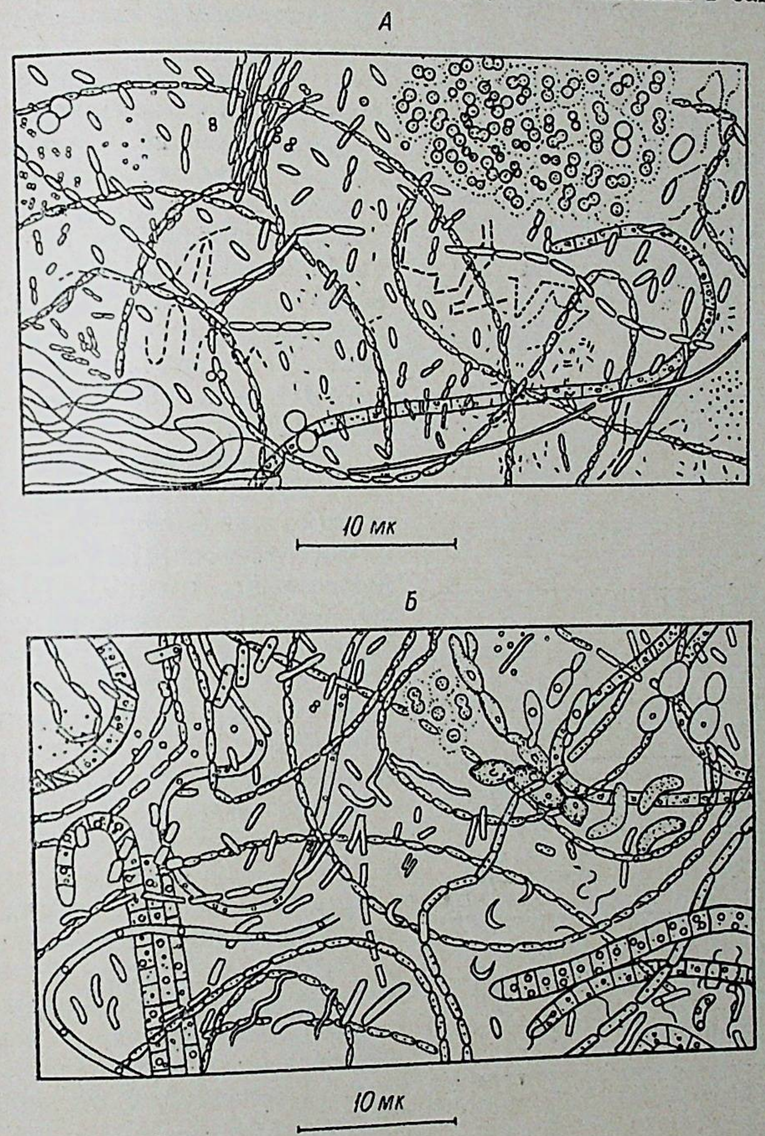



Рис. 20. Ценозы бактерий грунтов р. Невы.

*А* — ценоз бактерий песчаного грунта выше Ивановских порогов (схема); *Б* — ценоз бактерий черного ила из устья р. Невы (схема).

отношении загрязнений. Эта мысль высказывалась и первыми исследователями р. Невы, считавшими поэтому, что наиболее правильный путь обеспечения населения города в устье Невы водой, безопасной для здоровья,— снабжение его водой из Ладожского озера. На основании полученных в начале столетия данных Городская Дума С.-Петербурга отклонила проект переноса водоприемников городского водопровода выше по течению из-за того, что р. Нева и выше города принимает в себя огромное количество всякого рода сточных вод. С. В. Моисеев (1928), располагая материалами многолетних исследований, считал, что единственное рациональ-

Таблица 14

Содержание гетеротрофных бактерий в воде р. Невы (в млн/мл) по данным разных авторов

| Место взятия пробы | Автор и год исследования | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Пель, 1887 | Баженов, 1895 | Мордберг, 1908 | Моисеев, 1934 | Гуськова, 1958 | Мосевич, 1959 | Родина и Кузьмицкая, 1963 |
| Исток или вблизи истока (середина реки) | 243 | 15 | 86 | — | 10—50 | 390 | 4—22 |
| Район Ивановских порогов | 18 | 112 | 230 | 11—3925 | — | — | 90—295 |
| У Островков | — | — | — | 50—254 | 86—125 | — | — |
| В черте города | 1550—2997 | 191—412 | 625—5100 | 25—3360 | 124—1136 | 1500—6750 | 1460—32800 |
| Районы Морского канала | — | 412 | 3400—6700 | — | — | — | — |
| Устье (середина) | — | — | 2400—2640 | — | — | 1130—3850 | 3680—33000 |

ное разрешение вопроса оздоровления водоснабжения Ленинграда — снабжение его водой из Ладожского озера. Этот автор также отмечал загрязнение р. Невы в ее верховьях сточными водами г. Петрокрепости. А в настоящее время должны приниматься во внимание и влияние сточных вод быстро растущего г. Кировска с его промышленностью.

Сопоставление полученных нами данных с имеющимися в литературе показывает, что загрязнение Невы выше Ленинграда за последние годы увеличилось. Усилилось и загрязнение притоков. Загрязнение Невы в черте города и в устье очень велико. Как следствие этого загрязнена и Невская губа (Коколия и Цветкова, 1963).

Материалы, имеющиеся за последние годы по нахождению и численности бактерий группы кишечной палочки (Гуськова, 1958; наши данные), показывают, что эти микроорганизмы находятся в невской воде везде, начиная с верховья, в разных количествах. Это обстоятельство было обнаружено и в начале столетия (Мордберг, 1908). Только по данным Л. К. Мордберга, бактерий группы кишечной палочки в воде р. Невы в черте города было в 100 раз больше, чем в верховьях, в наше время их количество выше в нижнем течении по сравнению с верхним в 100—200 тыс. раз.

И. А. Гусев (1912) на основании химических исследований воды р. Невы пришел к выводу, что невская вода являлась более обогащенной органическими веществами в зимнее время. Эта особенность р. Невы сохранилась и в наши дни: наблюдавшееся зимами последних лет массовое развитие в воде реки в черте города *Sphaerotilus* и *Leptomitus* (Раскина, 1963) показывает это. Это явление усилилось также в последние годы.

## Выводы

1. В р. Неву из Ладожского озера поступает вода чистая в бактериологическом отношении.

2. Загрязнение р. Невы начинается в ее верховьях, вследствие спуска неочищенных сточных вод г. Петрокрепости, расположенного в самом ее истоке, и загрязняющего действия Ново-Ладожского канала.

3. По своему течению р. Нева принимает воды загрязненных в той или иной степени притоков. Сильно загрязнены рр. Ижора, Тосна, Б. Охта и особенно р. Славянка.

4. Загрязнение р. Невы возрастает по ее течению, достигая максимума в черте г. Ленинграда и в устье.

5. Состав бактериальных ценозов в воде р. Невы меняется от истока к устью, бедные видами в истоке бактериальные ценозы становятся в нижнем течении разнообразными с большим количеством спороносных и неспороносных форм, вибрионов, спирилл и с небольшим количеством серобактерий.

6. Характерной особенностью р. Невы является очень низкое количество гетеротрофных бактерий, не отвечающее другим бактериологическим показателям.

## ЛИТЕРАТУРА


Александров Н. И. и И. Е. Минкевич. 1936. К вопросу о санитарно-показательном значении присутствия бактериофага в воде. Казан. мед. журн., 8 : 983—988.

Баженов Е. И. 1895. Бактериологические исследования невской воды. СПб. : 1—134.

Болохонцев Е. Н. 1911. Результаты бактериоскопических и бактериологических исследований. В сб.: Ладожское озеро как источник водоснабжения : 97—114.

Варламова Е. В. 1957. Характеристика бактериального стока р. Волги в районе г. Куйбышева. Тр. пробл. и тематич. совещ. Зоол. инст. АН СССР, VII : 106—107

Гак Д. З. 1961. Бактериопланктон нижнего течения Дуная. Тр. Инст. гидробиологии АН УССР, 36 : 50—69.

Горовиц-Власова Л. М. 1913. Бактериологические исследования Невской губы. Матер. по исслед. воды Невской губы в санитарном отношении. СПб : 83—194.

Гримм М. Д. 1911. Результаты бактериологических исследований воды Ладожского озера. В сб.: Ладожское озеро как источник водоснабжения : 115—167.

Губерт В. О. 1910. Холера и борьба с нею в С.-Петербурге в 1909 г. Журн. Русск. общ. охр. народ. здр., 4—5 (прилож.) : 1—64.

Гусев И. А. 1912. Материалы к вопросу о загрязнении петербургской почвы на основании данных о качествах воды почвенных слоев и открытых водоемов в черте г. С.-Петербурга. СПб. : 1—118.

Гуськова В. Н. 1958. Гигиеническая характеристика и состав воды в р. Неве. В сб.: Гигиеническая характеристика открытых водоемов Ленинграда, Инст. радиац. гигиены, Л. : 5—22.

Данилов Ф. А. 1913. Водопроводы русских городов, 2. М. : 5—17.

Дмитревская Н. А. и М. Ф. Чеботаревич. 1933. Ориентировочная санитарно-бактериологическая оценка воды Ладожского озера в районе мыса Осиновец и р. Невы в р-не Ивановских порогов и Островков. Тр. Всесоюзн. инст. экспер. мед., 1, I : 53—60.

Иерусалимский Н. Д. 1932. Опыт исследования бактериального населения Москва-реки и ее притоков по методу непосредственного счета. Микробиология, I, 2 : 147—175.

Заболотный Д. К., В. И. Яковлев, С. В. Златогоров, Г. С. Кулеш. 1909. Исследования текущей (1908) холерной эпидемии в Санкт-Петербурге на основании материалов городской лаборатории. Журн. Русск. общ. охр. народ. здрав., 7 : 30—33.

Зайцева Е. В. 1927. О характере вибрионов, выделенных из невской воды во внехолерное время. Архив биол. наук, 27, 1—3 : 189—198.

Коколия Т. Г. и Л. И. Цветкова. 1963. Загрязнение Невской губы в связи с использованием канализационных стоков. Тр. Всесоюзн. гидробиол. общ., 14 : 151—158.

Колоколов М. М. 1886. Воды С.-Петербурга, исследованные количественным и бактериоскопическим анализом. СПб. : 1—154.

Краснов А. А. 1927. Вибрионы невской воды. Микробиол. журн., IV, 3 : 249—255.

Лапчинский М. Д. 1884. О макро- и микробиологических исследованиях осадка, содержащегося в невской воде. Тр. Русск. общ. охр. нар. здр., 2: 150—151, 215.

Левин П. И. 1931. Исследование воды р. Фонтанки, канала им. Грибоедова и р. Мойки. Санитарная техника, 4 : 41—44.
Моисеев С. В. 1928. Санитарная оценка водоснабжения Ленинграда. Очерки санит. дела, сб. IV : 83—118.
Моисеев С. В. 1934. Состав воды открытых водоемов г. Ленинграда. М. : 1—55.
Мордберг Л. К. 1908. О присутствии *Bact. coli commune* в источниках питьевой воды. СПб. : 1—159.
Мосевич М. В. 1957. Микроорганизмы, характеризующие загрязнение р. Волги в районе Куйбышеского и Волгоградского водохранилищ. Тр. проблем и темат. совещ. Зоол. инст. АН СССР, VII : 127—132.
Мосевич М. В. 1959. Влияние загрязнений на микробное население в водоемах Ленинградской области. Рукоп. фонды ГосНИОРХ.
Мосевич М. В. 1962. Влияние сточных вод Сяського и Приозерского целлюлозно-бумажных комбинатов на микрофлору Ладожского озера. Научно-техн. бюллетень ГосНИОРХ, 16 : 46—51.
Нежиховский Р. А. 1957. Река Нева. Л. : 1—191.
Озерецковская Н. Г. и Н. Ф. Смирнова. 1966. О результатах исследования химизма воды Невы и ее притоков. (Наст. сб.).
Охлопкова А. Н. 1961. Опыт применения динамического метода к изучению циркуляции вод Ладожского озера. Океанология, I, 6 : 1025—1033.
Пель А. В. 1887. Химические и бактериальные исследования по вопросам водоснабжения и фильтрования воды. Вестн. суд. мед. и общ. гиг. СПб., 2 : 125—177.
Разумов А. С. 1962. Микробиальный планктон воды. Тр. Всесоюзн. гидробиолог. общ., XII : 10—21.
Раскина Е. Е. 1963. Биологические помехи в работе ленинградского водопровода. Тр. Всесоюзн. гидробиол. общ., 14 : 137—150.
Рашкович С. Л. 1911. Водоснабжение С.-Петербурга. Вестн. общ. гигиены, судебной и практ. мед., 3 : 299—328.
Ровенская Э. М. и А. В. Смирнова. 1959. Бактериофаг как показатель санитарного неблагополучия водоемов. В сб.: Вопросы санитарной микробиологии, Л. : 82—86.
Родина (Салимовская) А. Г. 1940. К мобилизации фосфатов в водоемах. Микробиология, 9, 5 : 471—478.
Родина А. Г. 1956. Методы микробиологических исследований водоемов. Жизнь пресных вод, IV, 1 : 7—121.
Родина А. Г. 1959. Микробиологические исследования рек Кубани и Псекупса. Тр. Зоол. инст. АН СССР, 26 : 414—421.
Родина А. Г. 1964. Микробиологические исследования р. Оки. В сб.: Загрязнение и самоочищение р. Оки. Тр. Зоол. инст., АН СССР, 32 : 52—80.
Родина А. Г. и Н. К. Кузьмицкая. 1963. Численность и распределение бактериопланктона в Ладожском озере. Микробиология, 32, 2 : 288—295.
Родина А. Г. и Н. К. Кузьмицкая. 1964. Видовой состав гетеротрофных микроорганизмов водной толщи Ладожского озера. Микробиология, 33, 6 : 1010—1017.
Христева Л. А. 1961. Физиологическая роль гуминовых кислот и некоторых витаминов в жизни высших растений. Тр. Инст. микробиологии, XI : 34—40.

# К БИОЛОГИИ НИТЧАТЫХ БАКТЕРИЙ ЗООГЛЕЙНЫХ ОБРАСТАНИЙ

*Т. В. Жарова*

## ВВЕДЕНИЕ

В реках и ручьях, загрязненных сточными водами, которые содержат большое количество органических веществ, часто можно наблюдать массовое развитие нитчатых бактерий в виде коричневых или сероватых прядей, прикрепленных к любым погруженным поверхностям: к деревянным предметам, как например сваи и бревна, к кускам проволоки, а также к различным подводным растениям и частям растений.

Впервые эти обрастания исследовал в 1833 г. Кютцинг (Kutzing, 1833). Он нашел, что их образует нитчатая бактерия, которую он описал как «прикрепленную, бесцветную, нитеподобную» и дал наименование *Sphaerotilus natans*.

Несмотря на то что *Sphaerotilus* описана более 130 лет тому назад, этот организм нельзя отнести к хорошо изученным, настолько противоречивы литературные данные по его морфологии, физиологии и экологии. В то же время изучение вопросов, связанных с развитием этого микроорганизма, имеет большое практическое значение. При благоприятных условиях роста *Sphaerotilus* может давать в сутки прирост до нескольких тонн на 1 км$^2$ водного бассейна (Demoll a. Liebmann, 1952; Liebmann, 1953). Обычно развиваясь в местах с быстрым течением, пряди *Sphaerotilus* могут отрываться от субстрата и выноситься течением в чистые районы, создавая, таким образом, вторичные очаги загрязнения водоема. В результате разложения масс *Sphaerotilus* могут возникать зоны с высоким дефицитом кислорода, поскольку, по некоторым данным (Dondero, 1961), кислородная потребность мертвых масс *Sphaerotilus* возрастает по сравнению с таким же количеством живого материала в 11 раз.

Развитие бактерий типа *Sphaerotilus* часто вызывает помехи в работе водопроводных станций, забивая очистные решетки, а иногда и трубы водопровода. Та же самая причина лежит и в основе столь нежелательных явлений, как вспухание активного ила в очистительных установках многих промышленных предприятий или закупорка трубок конденсаторов на электростанциях, пользующихся загрязненной водой из открытых водоемов.

Недостаточная изученность биологии не позволяет найти эффективные меры борьбы ни в одном из перечисленных случаев развития этой бактерии.

Прежде всего возникает вопрос — является *Sph. natans* самостоятельным организмом или представляет собой экологическую форму одного или нескольких уже известных под другим названием организмов, изме-

нившихся под влиянием специфических условий среды. Этот вопрос не является случайным, он вполне закономерно возникает при ознакомлении с литературными данными по биологии этого организма, которые очень противоречивы и вызывают сомнение в том, что различные авторы имели дело с одним и тем же организмом, а не с разными, хотя, может быть, и относящимися к роду *Sphaerotilus*.

## ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

### Систематическое положение *Sphaerotilus natans*

*Sph. natans* по систематическим данным отнесена к семейству *Chlamydobacteriaceae*, таксономия которого далека от совершенства и требует тщательного пересмотра, на что указывает ряд авторов (Cataldi, 1939; Pringsheim, 1949; Разумов, 1961в).

Большой недостаток ранних работ по биологии *Sph. natans*, на основе которых и было определено систематическое положение этого организма, заключается в том, что авторы имели дело не с чистыми культурами *Sphaerotilus*, а с неочищенным материалом, взятым непосредственно из водоема либо в лучшем случае из обогащенных культур (Kutzing, 1833; Cohn, 1875; Zopf, 1882). Последующие работы с чистыми культурами этого микроорганизма показали, что его развитие, в частности морфологические особенности, в большой степени зависят от целого ряда факторов среды (концентрация среды, источники углерода и азота, pH, t°). Многие исследователи указывают на то, что в лабораторных условиях не удается получить формы, идентичные тем, которые мы наблюдали в естественных скоплениях, что в значительной степени затрудняет изучение этого организма (Lackey a. Wattie, 1940; Pringsheim, 1949; Dondero et al., 1961).

Изучение биологии *Sph. natans* еще более усложнилось после того, как в 1873 г. Кон (Cohn, 1875) описал нитчатую бактерию под названием *Cladothrix dichotoma*. До настоящего времени нет единого мнения о том, являются ли *Sphaerotilus natans* и *Cladothrix dichotoma* индентичными организмами или это два экологически и физиологически различных вида. Значительное количество работ, посвященных решению этой проблемы, отличается большой противоречивостью. Бар (Bahr, 1953), например, утверждает, что *Cladothrix* может в определенных условиях развиться из культуры *Sphaerotilus*. Причем для развития *Sphaerotilus* благоприятна концентрация мясного экстракта в 0.5%, в то время как *Cladothrix* требует для своего развития более низких концентраций, а именно 0.05%. Однако крупным недостатком работы Бара является то, что он имел дело не с чистыми культурами. Харрисон и Хекелекиан (Harrison a. Heukelekian, 1958) также придерживаются точки зрения, что *Sphaerotilus* и *Cladothrix* являются двумя самостоятельными видами, из которых один, а именно *Cladothrix*, обитает в водах с низким содержанием питательных веществ, а *Sphaerotilus* предпочитает концентрированные стоки. Эти же авторы допускают возможность превращения в определенных условиях *Cladothrix dichotoma* в *Sphaerotilus*. Идентичность *Sphaerotilus* и *Cladothrix* отрицается в работах Бриф (1936), Разумова (1961в), Катальди (Cataldi, 1939).

С 1949 г., когда в свет вышла работа Прингсхейма (Pringsheim, 1949), была обнаружена еще одна параллель, а именно *Sphaerotilus—Leptothrix*, в частности *Leptothrix ochracea*. Прингсхейм утверждает, что виды железобактерий из рода *Leptothrix* могут появиться из *Sphaerotilus*. Вряд ли с этим можно согласиться, так как в своих экспериментах Прингсхейм



имел дело с неочищенными культурами *Sphaerotilus*, что, конечно, делает подобные опыты не доказательными. Объединение в одну группу столь различных микроорганизмов без четких доказательств их идентичности, по меньшей мере, преждевременно. Этот же упрек можно направить и в адрес Хенла (Höhnl, 1955), у которого из двух штаммов, выделенных из сточных вод и определенных на основе их морфологических особенностей как *Cladothrix* и *Leptothrix*, при культивировании в лабораторных условиях вырастала *Sphaerotilus*,

Основной причиной всех этих разногласий в вопросах взаимосвязи *Sphaerotilus* с другими представителями сем. *Chlamydobacteriaceae* является недостаток лабораторных исследований *Sphaerotilus* в различных условиях культивирования. Принимая во внимание большой плеоморфизм этого микроорганизма, изучение влияния различных экологических факторов на его развитие могло бы, вероятно, пролить свет на некоторые вопросы биологии *Sphaerotilus*. В частности, в литературе обращает на себя внимание факт неоднократного упоминания о большом морфологическом сходстве этого микроорганизма и некоторых бактерий из рода *Bacillus*, как например *Bac. mycoides*. Однако в данном случае все авторы решают вопрос о возможной связи этих бактерий отрицательно, как нам кажется, без достаточных к тому оснований (см. ниже).

### Получение чистых культур *Sphaerotilus*

Недостаточная изученность *Sphaerotilus natans*, несмотря на большое практическое значение этого организма, объясняется прежде всего трудностью выделения его в чистую культуру, что отмечают многие исследователи (Haag, 1927; Ткаченко и Друблянец, 1959; Разумов, 1961б).

Методика выделения заключается в основном в следующем. Пряди *Sphaerotilus* из обрастаний тщательно промываются водой (стерильной или водопроводной), расчленяются препаровальными иглами на более мелкие прядки, которые переносятся затем на агаровые пластинки с питательной средой. Обычно, несмотря на тщательную отмывку, на поверхности пластинок вырастает большое количество сопутствующей микрофлоры, которая препятствует росту нитчатых бактерий. Некоторые авторы (Zikes, 1915; Dondero et al., 1961; Разумов, 1961а) указывают, что выделение *Sphaerotilus* проходит успешнее на разбавленных в несколько раз средах. Дондеро считает, что разбавление питательной среды угнетает рост сопутствующих микроорганизмов, а потому облегчает выделение *Sphaerotilus*. Распространению сопутствующей микрофлоры препятствует также подсушивание поверхности агаровых пластинок в термостате перед высевом нитей *Sphaerotilus*.

При благоприятных условиях роста колонии нитчатых бактерий могут появиться через 2—3 суток выращивания при температуре 20—30°. Однако они могут появиться и спустя более продолжительное время, например через 10 суток, по данным Ткаченко и Друблянец (1959). Для последующего выделения чистой культуры нити колоний *Sphaerotilus* отсекаются петлей и переносятся в жидкую питательную среду. Из жидкой среды разливка на агаровые среды повторяется многократно для того, чтобы убедиться в отсутствии сопутствующей микрофлоры.

Кроме высева на агаровые среды комочков, применяется штриховой метод посева, при котором петля со взвесью нитей *Sphaerotilus* наносится на поверхность агаровой пластинки и размазывается штрихами. Этот метод, по мнению некоторых исследователей, является более эффективным (Stokes, 1954).

## Морфологические особенности

Для роста *Sphaerotilus* на плотных агаровых средах характерно образование волокнистых колоний, напоминающих таковые *Bac. mycoides* (Lackey a. Wattie, 1940; Höhnl, 1955; Dondero, 1961; Разумов, 1961а). В жидких средах *Sph. natans* растет в виде пленки у поверхности среды либо в виде ватообразных волокон у дна пробирки, а также может образовывать тонкую пленку по стенкам и дну колбы (Pringsheim, 1949; Stokes, 1954; Разумов, 1961а; Dondero et al., 1961). Характерной особенностью роста *Sphaerotilus* в жидкой среде, по данным всех авторов, является то, что среда всегда остается прозрачной. Помутнение среды обычно означает загрязнение посторонней микрофлорой.

Для морфологического строения *Sphaerotilus* характерно наличие нитей, которые состоят из цилиндрических клеток, заключенных в общее влагалище. В молодых культурах клетки имеют гомогенную протоплазму, и их трудно различить в нити без окраски (Zopf, 1882; Zikes, 1915; Pringsheim, 1949). С возрастом протоплазма уплотняется и между клетками появляются как бы пустые пространства, поэтому клетки не плотно прилегают друг к другу. Как указывают Прингсхейм (Pringsheim, 1949) и Хенл (Höhnl, 1955), отдельные участки протоплазмы в клетках могут сильно преломлять свет и их часто принимают за споры, хотя процесс спорообразования у *Sphaerotilus* отрицается. По данным Хенла, в старых культурах клетки часто укорачиваются и в нитях могут появиться кокковидные клетки.

Размеры клеток *Sphaerotilus*, по данным различных исследователей, сильно варьируют в зависимости от возраста культуры, условий питания и среды, в которой организм культивируется (табл. 1).

ТАБЛИЦА 1

Размеры клеток *Sphaerotilus*, по данным различных авторов

| Длина клеток, в мк | Ширина клеток, в мк | Автор |
|---|---|---|
| — | 1.5—2.3 | Бриф, 1936 |
| — | 3 | Ткаченко и Друблянец, 1959 |
| 3—6 | — | Butscher et al., 1940 |
| 3—8 | 1.0—3.0 | Lackey a. Wattie, 1940 |
| 5—11 | 2.0—3.5 | Höhnl, 1955 |
| 3—8 | 1.2—2.0 | Mulder a. van Veen, 1963 |
| 2.5—16 | 1.2—1.8 | Stokes, 1954 |
| 3.0—6.0 | 2.0—3.0 | Zikes, 1915 |

Даже на протяжении одной нити клетки могут быть разных размеров (Разумов, 1961а). Ряд исследователей отмечает, что наряду с нитями в культуре могут находиться и отдельные клетки, причем число их увеличивается с возрастом культуры (Höhnl, 1955; Dondero et al., 1961). При появлении большого количества отдельных клеток жидкая среда может мутнеть. Дондеро и другие исследователи отмечают подвижность таких свободных клеток. Эти клетки имеют тот же размер и форму, что и клетки внутри оболочки. Движение свободных клеток обеспечивается наличием жгутиков. Прингсхейм обнаружил у таких клеток один жгутик, но большинство исследователей отмечает присутствие 5—8 жгутиков (Höflich, 1901; Linde, 1913; Ellis, 1919). Пучок жгутиков прикреплен к одной из сторон клетки либо находится на полюсе (Stokes, 1954).



Основным признаком нитей *Sphaerotilus*, как указывалось выше, считается наличие общего влагалища, в которое заключены клетки. По данным большинства авторов, влагалище выражено нечётко, плохо окрашивается, но его можно обнаружить при рассмотрении препарата в фазовом контрасте либо под электронным микроскопом. Однако наличие оболочки не является постоянным признаком нитей *Sphaerotilus*. Как указывает Дондеро, некоторые штаммы *Sphaerotilus* теряют способность образовывать оболочки в концентрированной среде. Эта способность может появиться вновь при разбавлении среды. Ширина оболочки, по данным Хенла (Höhnl, 1955), на 1—2 мк шире клеток, Стоукс (Stokes, 1954) же считает, что оболочка очень тонкая и настолько плотно прилегает к клеткам, что ширина клеток может считаться и шириной нитей. Наличие оболочки Дондеро с сотрудниками считает основным признаком, по которому можно отличить нити *Sphaerotilus* от нитей, которые могут образовывать некоторые штаммы спорообразующих бацилл типа *Bac. mycoides*.

Как указывалось выше, с возрастом протоплазма в клетках становится зернистой и клетки часто содержат много гранулированных тел. Многие исследователи считают эти включения за жир (Büsgen, 1894; Linde, 1913; Ellis, 1919; Бриф, 1936; Stokes, 1954). По данным других исследователей, при выращивании *Sphaerotilus* в среде, содержащей $H_2S$, в клетках могут образовываться гранулы серы (Skerman et al., 1957). Последние работы целого ряда авторов показывают, что основным компонентом образующихся гранул является поли-β-гидроксибитурат (Mulder a. van Veen, 1962, 1963; Rouf a. Stokes, 1962). По данным Мюльдера и Ван Вина, клетки, кроме того, содержат большое количество полисахаридов.

## Физиологические особенности

### Требования к температуре

В отношении температуры следует отметить большое расхождение в требованиях к этому фактору у *Sphaerotilus natans* в природе и в лабораторных условиях. В природных условиях этот микроорганизм наиболее пышно развивается в более холодное время года, а именно весной и поздней осенью. В лабораторных условиях не удается получить роста при температуре ниже 10°. Интервал, в котором наблюдается рост *Sphaerotilus* в культуре, колеблется в пределах 10—40° (Linde, 1913; Zikes, 1915; Cataldi, 1939; Stokes, 1954; Höhnl, 1955). Значительные расхождения у различных исследователей наблюдаются в данных по оптимальной температуре. По данным Хенла и Шоринга (Höhnl, 1955; Scheuring, 1955), оптимум лежит в довольно низких пределах, а именно 10—15°. Более высокая оптимальная температура отмечена Линде — 22—25° (Linde, 1913) и Бриф — 18—20° (Бриф, 1936). Высокий оптимум — около 30° — наблюдал Разумов (1961а), а Лаки и Ватти (Lackey a. Wattie, 1940) максимальный рост получали при 37°.

Таким образом, литературные данные по влиянию температурного фактора на рост *Sph. natans* весьма разнообразны и противоречивы. Нет единого мнения по поводу оптимальных температур роста этого организма, а температурный диапазон, в пределах которого наблюдается рост *Sphaerotilus* в лабораторных условиях, колеблется у различных исследователей в значительных пределах. Одно несомненно, что в лабораторных условиях *Sphaerotilus* требует для своего развития более высоких температур, чем в естественных условиях. Этот интересный факт остается пока необъясненным.

## Требования к pH

В природе *Sphaerotilus* встречается в нейтральных либо слабощелочных водах. При культивировании в лабораторных условиях обнаруживается довольно широкий диапазон pH, в котором можно получать рост этого организма. По данным Бриф (1936), *Sphaerotilus* хорошо растет в нейтральной и слабощелочной средах при pH 7.4—8.2. Оптимальный рост этого организма Разумов (1961а) получал при pH 7.0—8.0. У Рачхофта и Кэчмара (Ruchhoft a. Kachmar, 1941) диапазон расширяется до pH 5—9 и развития почти нет при pH 5.0. Лаки и Ватти (Lackey a. Wattie, 1940) наблюдали развитие при широком диапазоне pH от 5.5 до 8.0. Стоукс (Stokes, 1954) не наблюдал роста при pH 5.5, медленный и слабый рост был отмечен при pH 5.8. Оптимум роста данный автор наблюдал в пределах pH 6.4—8.1, хотя в отдельных случаях рост отмечался даже при pH 9 и 10. Катальди (Cataldi, 1939) получала рост *Sph. natans* в пределах pH 5—9.8, причем степень роста возрастала с увеличением pH.

Таким образом, по данным большинства исследователей, диапазон pH, в котором наблюдается развитие *Sphaerotilus*, довольно широк и колеблется в пределах pH 5—10.

## Потребность в кислороде

По литературным данным, *Sphaerotilus natans* встречается в природе в водах, богатых кислородом, и относится к облигатным аэробам. Однако имеются наблюдения, показывающие, что хороший рост *Sphaerotilus* возможен и в водах со слабым содержанием кислорода (Harrison a. Heukelekian, 1958). Спорные данные по отношению к кислороду получены различными исследователями для чистых культур этого микроорганизма. Лаки и Ватти (Lackey a. Wattie, 1940) не получали роста *Sphaerotilus* в отсутствии кислорода в средах, где последний был замещен углеродом и азотом. Разумов (1961а) также считает *Sph. natans* отчетливо выраженным аэробом. В то же время Рачхофт и Кэчмар (Ruchhoft a. Kachmar, 1941) получали хороший рост этой бактерии в присутствии очень небольших количеств кислорода в среде. На возможность развития *Sph. natans* в анаэробных условиях указывает Стоукс (Stokes, 1954). Он наблюдал хороший рост при посевах уколом в слое агара, причем клетки не теряли жизнеспособности при сохранении длительное время в анаэробных условиях. Предположение Вурмана (Wuhrmann, 1954) о том, что требования к кислороду у *Sphaerotilus* зависят от источника углерода, пока еще не подтверждено экспериментально другими исследователями.

Таким образом, окончательно вопрос о степени аэробности *Sphaerotilus*, по-видимому, может быть решен только в результате дальнейших исследований в этой области. Вполне вероятно, что аэробные условия в среде обеспечиваются в данном случае не усиленной аэрацией среды, так как рост *Sphaerotilus* часто наблюдается при отсутствии кислорода в среде (Smith, 1934), а с помощью тонких клеточных механизмов, которые регулируют кислородную концентрацию непосредственно внутри зоны биохимической активности.

## Потребность в питательных веществах

Полевые наблюдения указывают на то, что *Sph. natans* встречается в водоемах, загрязненных сточными водами, содержащими органические вещества. Это могут быть стоки крахмальных, целлюлозных, пивоваренных, гидролизных, молочных заводов, а также бытовые сточные воды.



Мнения различных исследователей расходятся в вопросе о влиянии концентрации сточной жидкости на развитие *Sphaerotilus*. Одни авторы считают (De Martini, 1934; Wuhrmann, 1954), что этот организм растет только в разбавленных сточных водах. Другие, как например Линкольн и Фостер (Lincoln a. Foster, 1943), наблюдали развитие *Sphaerotilus* пропорционально концентрации питательных веществ. По наблюдениям Амберг и Элдер (Amberg a. Elder, 1965), развитие этой бактерии также возрастало по мере увеличения продолжительности снабжения питательными веществами.

По данным Бриф (1936), развитие *Sph. natans* в условиях поли-α-мезосапробной зоны обусловливается наличием высокомолекулярных соединений азота, используемых как источники углерода и азота, а в условиях промышленных стоков — наличием хорошо усвояемых источников углерода, особенно углеводов. Лаки и Ватти (Lackey a. Wattie, 1940) указывают на обильное развитие *Sphaerotilus* в активном иле при поступлении стоков, содержащих большое количество сахаров или смесь азотистых и углеводистых соединений.

В то же время характерной особенностью этой бактерии является то, что никогда не удается получить ее роста в стерильной сточной жидкости (Littman, 1940; Wuhrmann, 1954).

Рядом исследователей проведены эксперименты по выяснению влияния отдельных компонентов среды на рост и развитие *Sphaerotilus*.

### *Источники углерода*

При культивировании *Sph. natans* в лабораторных условиях в качестве источника углерода могут служить глюкоза, сукроза, мальтоза, лактоза, сахароза (Smith, 1934; Бриф, 1936; Lackey a. Wattie, 1940; Scheuring, 1955). У Хенла хороший рост наблюдался на маннозе, глюкозе, мальтозе, а галактоза, фруктоза и сахароза давали умеренный рост (Höhnl, 1955). Стоукс (Stokes, 1954), наблюдая рост *Sphaerotilus* в присутствии глюкозы, отмечает, что этот сахар обеспечивает наилучший рост бактерии при концентрации 0.1—0.2%. В присутствии 1% глюкозы рост замедляется и полностью отсутствует при 2%, если сахар включался в среду до стерилизации. Если же глюкоза добавлялась после стерилизации, то хороший рост наблюдался даже при 2%.

Из органических кислот, по данным Шоринга (Scheuring, 1955), очень хорошо используются соли уксусной кислоты, молочной и яблочной, хуже — соли янтарной, винной, фумаровой и глюконовой кислот. Бриф (1936) не получала роста *Sphaerotilus* на калийных солях органических кислот. Стоукс (Stokes, 1954) отмечает хороший рост в присутствии сукциновой, фумаровой и пируватной кислот. Хенл (Höhnl, 1955) не получил подтверждения использования сукциновой и фумаровой кислот, но обнаружил использование молочной кислоты и отметил плохой рост с лимонной кислотой.

### *Источники азота*

**Неорганический азот.** Вопрос об использовании *Sph. natans* минеральных соединений азота является спорным. Лаки и Ватти (Lackey a. Wattie, 1940) считают, что *Sph. natans* одинаково хорошо усваивает как органический, так и минеральный азот, и такая широкая адаптация к источникам азота является тем важным фактором, который обеспечивает развитие этой бактерии в водоемах. Однако большинство исследователей отмечает отсутствие способности у этого микроорганизма использовать азот в виде его минеральных соединений (Zikes, 1915; Бриф, 1936; Разумов, 1961б). В опытах Стоукса (Stokes, 1954) рост на неорганических

источниках азота зависел от источников углерода. Например, аммонийные и нитратные соли не использовались при добавлении глюкозы, но хороший рост наблюдался в присутствии сукрозы и глицерола. По данным Шоринга (Scheuring, 1955), рост *Sph. natans* в присутствии минеральных источников азота также зависит от характера соединения углерода. Нитраты использовались хорошо, если в качестве источника углерода были добавлены глюкоза, манноза или мальтоза. Добавление галактозы, фруктозы, сахарозы, рибозы, ксилозы давало меньший эффект, и никакого роста в присутствии нитратов не наблюдалось при добавлении целлобиозы и рамнозы. У Хенла (Höhnl, 1955) выделенные штаммы *Sphaerotilus* усваивали нитраты, если добавлялась декстроза, но соли аммония в этом случае не использовались.

**Органический азот.** В качестве источника органического азота, по данным многих исследователей, может служить целый комплекс органических соединений, хотя по отношению к отдельным компонентам у различных авторов наблюдаются расхождения.

Общепризнано, что *Sph. natans* хорошо растет на средах, в состав которых входят аргинин, аланин или аспарагин. По поводу усвоения глутаминовой кислоты наблюдаются разногласия в данных различных авторов (Lackey a. Wattie, 1940; Stokes, 1954; Höhnl, 1955). Противоречивые результаты получены по усвоению лейцина, цистина и тирозина. В качестве органического источника азота *Sphaerotilus* может использовать такие сложные азотистые вещества, как пептон и мясной экстракт.

Те расхождения, которые имеются в литературе по вопросу источников органического азота, по мнению Стоукса, могут явиться результатом, во-первых, использования исследователями различных штаммов *Sphaerotilus* и, во-вторых, вполне вероятно, что использованы не одни и те же концентрации азота. Так, по данным Вурмана (Wuhrmann, 1949), для роста *Sphaerotilus* аминокислоты необходимы в определенном разбавлении. Вопрос о влиянии концентрации среды, в частности ее органических компонентов, на развитие *Sphaerotilus* не изучен. Тем не менее этот вопрос имеет большое значение, поскольку хорошо известно, что от концентрации среды зависит морфологическое состояние культуры (Stokes, 1954; Dondero et al., 1961), а, возможно, и другие свойства этого микроорганизма, как например способность расти в присутствии тех или иных соединений.

## Размножение

Принято считать, что размножение *Sph. natans* может происходить фрагментацией нитей или подвижными гонидиями (Lackey a. Wattie, 1940; Pringsheim, 1949; Bahr, 1953; Stokes, 1954; Harrison a. Heukelekian, 1958; Dondero et al., 1961). Отдельные подвижные клетки, или гонидии, выходят из оболочки, отплывают с помощью жгутика и, осаждаясь на каком-либо субстрате, начинают образовывать новые нити. Увеличение нити по длине происходит простым делением (Hynes, 1960); однако подвижные гонидии удалось наблюдать не всем исследователям (Linde, 1913; Zikes, 1915; Höhnl, 1955). Данные авторы наблюдали размножение неподвижными клетками.

В природе часто можно наблюдать вспышки роста *Sph. natans* при поступлении сточных вод в места, где до этого не было никаких признаков роста данного организма. Харрисон и Хекелекиан (Harrison a. Heukelekian, 1958) указывают в связи с этим, что, вероятно, нужно допустить в реке постоянное присутствие какой-то формы *Sphaerotilus*, которая дает вспышку такого развития. Полевые наблюдения Бутчера (Butscher et al., 1940), который при погружении стекол в р. Ларк обнаруживал постепенное удлинение нитей на стеклах от 2 клеток через 24 часа до 30



и более клеток через 72 часа, привели его к мысли, что нити *Sphaerotilus* начинают развиваться «из компонентов более мелких, чем даже одна клетка». Часто можно встретиться и с обратным явлением, когда, несмотря на то что микроскопический анализ показывает явное преобладание *Sphaerotilus* в пробе, колонии этого организма либо совсем не вырастают, либо их удается получить с большим трудом и в небольшом количестве (Dondero et al., 1961).

Что касается размножения *Sphaerotilus* в чистых культурах, то одни авторы считают, что однажды выделенная бактерия легко растет и размножается, другие считают, что жизнеспособность культуры *Sphaerotilus* при пересевах в лабораторных условиях быстро падает (Lackey a. Wattie, 1940; Разумов, 1961б; Dondero et al., 1961).

Вопрос о способах размножения *Sphaerotilus* далеко не ясен, требуются дальнейшие тщательные исследования в этой области как в лабораторных, так и в полевых условиях.

## ПЛЕОМОРФИЗМ

Еще в 1882 г. на большой плеоморфизм *Sph. natans* обратил внимание Цопф (Zopf, 1882). Он описал ее в виде микрококков, вибрионов, спирилл и спирохет наряду с обычными цилиндрическими клетками. Эти данные, однако, требуют проверки, поскольку автор имел дело с неочищенными культурами. Лаки и Ватти (Lackey a. Wattie, 1940), получив 14 штаммов чистых культур *Sph. natans*, наблюдали большую их изменчивость в экспериментальных условиях, что затрудняло идентификацию этих штаммов с описанными видами *Sphaerotilus*. На наличие у *Sphaerotilus* коккообразных клеток указывает Хенл (Höhnl, 1955), а также Разумов (1961а). Некоторые исследователи наблюдали диссоциацию колоний *Sphaerotilus* на S- и R-типы. Стоукс (Stokes, 1954) отмечает, что в то время, как для S-типа колоний характерны длинные нити, R-тип состоит из отдельных клеток. Кроме того, могут встречаться промежуточные колонии, у которых центр гладкий, а края неровные и имеют нитчатое строение.

Многие исследователи отмечают, что формы *Sphaerotilus*, наблюдаемые в природных условиях, редко удается воспроизвести в лабораторных условиях. Дондеро (Dondero, 1961) при выделении этой бактерии из р. Альтамаха получил 4 типа культур с различными требованиями к среде. Авторы полагают, что в массах *Sphaerotilus*, развивающихся в водах, уже существуют мутанты, которые при выделении могут дать различные типы этого организма.

По мнению некоторых авторов, в определенных условиях, а именно — при низком содержании органических веществ в среде, наблюдается переход *Sphaerotilus* в *Cladothrix* (Pringsheim, 1949; Bahr, 1953), хотя следует отметить, как указывалось выше, что вопрос о взаимоотношении этих форм до настоящего времени является спорным и неизученным. Более того, по данным Хайнеса (Hynes, 1960), *Sphaerotilus* при благоприятных условиях роста может дать еще одну форму роста, а именно — *Zooglea ramigera*, у которой клетки заключены в ветвящейся желеобразной массе. Бутчер (цит. по: Hynes, 1960) наблюдал в р. Ларк, в которую поступают стоки сахарного завода, постепенный переход по течению реки в зависимости от условий роста форм *Sphaerotilus* к *Cladothrix* и *Zooglea ramigera*.

Несмотря на то что отдельные данные по плеоморфизму *Sphaerotilus* являются не вполне убедительными, большая изменчивость этого микроорганизма несомненна. Вполне понятно, что именно существование в природе мутантов *Sphaerotilus natans* осложняет изучение бактерий этой группы. Не зная всего разнообразия форм, в которых может существо-

вать этот организм в различных условиях, в ряде случаев мы не сможем его идентифицировать, даже если и выделим. Примером могут служить S-формы, о которых говорилось выше. Изучение различий между типичными и нетипичными формами *Sphaerotilus* заслуживает самого серьезного внимания (Pringsheim, 1949).

## Экспериментальная часть

Цель нашей работы состояла в изучении слизистых скоплений нитчатых бактерий, известных под общим названием *Sphaerotilus natans*. Одним из основных моментов, на которые было обращено внимание, являлось изучение тех нитчатых бациллярных форм, которые часто выделяются из скоплений *Sphaerotilus* и имеют большое морфологическое сходство с этим организмом.

В качестве объектов исследования были взяты р. Нева и ее приток р. Славянка. В Славянку поступают сточные воды, обогащенные органическим веществом, из городов Пушкина и Павловска. Эти сточные воды создают благоприятные условия для массового развития нитчатых бактерий в реке. Славянка в свою очередь является, по-видимому, главным поставщиком слизистых масс *Sphaerotilus* в Неву, которые отрываются быстрым течением от субстрата и выносятся в русло Невы.

В р. Неве пробы из нескольких зон развития *Sph. natans* были взяты однократно во время рейса от верховья до устья в ноябре 1964 г. В р. Славянке были проведены сезонные наблюдения, которые показали, что массовое развитие нитчатых бактерий отмечается ранней весной, осенью и в зимние месяцы. Летом с повышением температуры прирост биомассы прекращается. Наши наблюдения вполне совпадают с литературными данными относительно благоприятного действия низких температур на рост *Sphaerotilus* в природе.

### Эколого-морфологическая характеристика зооглейных обрастаний

1. Река Славянка в районе Московской Славянки. На этом участке река имеет очень быстрое течение. Слизистые скопления *Sphaerotilus* обнаружены в большом количестве. Длинные пряди серого цвета прикреплены к камням, железной проволоке и другим погруженным в воду предметам. Глубина реки в зоне развития *Sphaerotilus* незначительная, в пределах 10—30 см. Вода имеет запах канализационного стока, pH=7.3, кислород не обнаружен.

2. Банный сток в р. Неву находится выше устья р. Ижоры, на левом берегу Невы. Сток имеет вид ручья с быстрым течением. Вода мутная, мыльная, глубина незначительная, 5—10 см. *Sphaerotilus* развилась в виде коротких светло-серых слизистых кустиков, прикрепленных к камням, покрывающим дно ручья. Для структуры кустиков характерна непрочность, быстрый распад их на очень мелкие пряди.

3. Река Нева, станция 1 — в районе пристани Смольной. Пряди нитчатых бактерий обнаружены в виде обрастаний на сваях пристани, метрах в 5 от канализационного стока. Пряди не длинные, коричневого цвета, в виде войлочных подушечек. Наряду со *Sphaerotilus* в значительном количестве развился *Leptomitus lacteus*, для которого характерны длинные пушистые пряди светло-серого цвета.

4. Река Нева, станция 2 — устье реки. Слизистые скопления нитчатых бактерий обнаружены на дне реки, на глубине 5 м. По-видимому, это вторичный очаг загрязнения, куда течением вынесены канализационные отбросы, обросшие слизистыми прядями *Sphaerotilus* из вышележащих очагов загрязнения. Пряди короткие, пушистые, коричневатые.



Микроскопическое изучение проб показало, что морфология нитей *Sph. natans* очень варьирует не только в пробах, взятых из разных зон ее развития, но даже в одной и той же пробе. Прежде всего нити могут быть различной толщины, которая колеблется в значительных пределах, от 1 до 3 мк. В одной и той же пробе структура нитей может быть различной. Здесь можно видеть нити, четко разделенные на клетки, и нити, в которых клетки невозможно различить без предварительной окраски препарата. Последние обычно имеют гомогенную протоплазму, и клетки

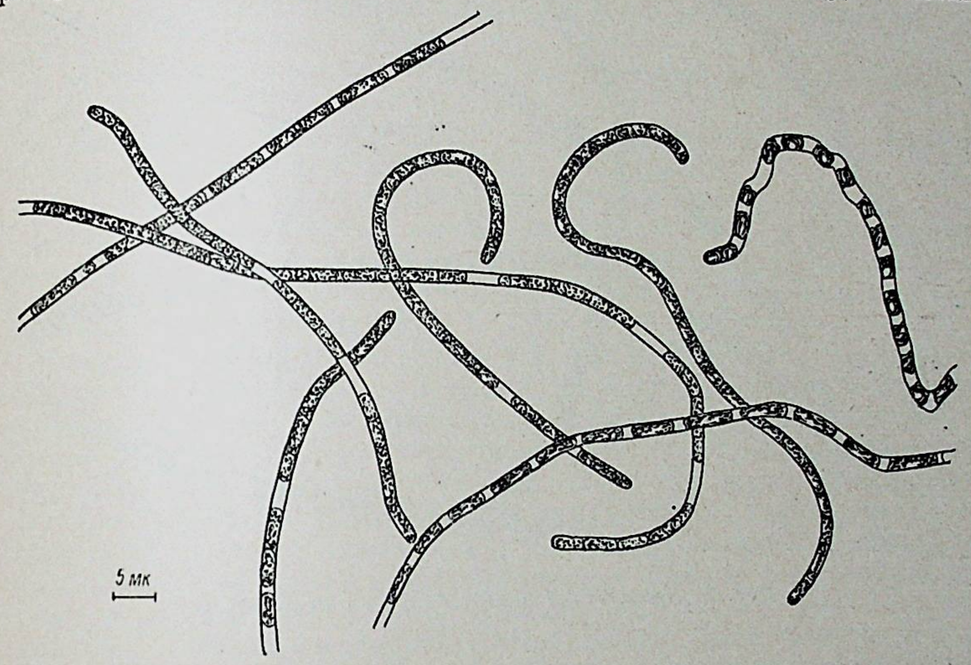



Рис. 1. *Sphaerotilus natans* из обрастаний в банном стоке.

плотно прилегают друг к другу. В нитях с гетерогенной протоплазмой, клетки обычно отделены друг от друга пустыми участками оболочки. Эти участки могут быть различной длины, от 1.5—2 до 50 и более микрон. Они, по литературным данным, образуются в нитях после выхода отдельных клеток из оболочки (Ellis, 1919). Длина клеток непостоянна и может изменяться даже в пределах одной нити.

Признаком, наиболее постоянным для *Sphaerotilus* из той или иной зоны развития, является форма нитей и наличие оболочки. Если пряди *Sphaerotilus* развиваются непосредственно в стоке, обычно богатом теми или иными органическими веществами, или очень близко от него, где не происходит значительного разбавления сточной жидкости речной водной массой, то они обычно состоят из нитей очень искривленных и ломких. Бактериальные нити, как правило, не длинные, быстро распадаются на куски, причем часть клеток в нити может быть значительно утолщена, или клетки приобретают неправильную форму. Оболочка в таких нитях никогда четко не видна. Такую форму *Sph. natans* мы наблюдали в банном стоке и в р. Неве на станции 1 (рис. 1). Инволюционные нити с утолщенными клетками в небольшом количестве можно было наблюдать в обрастаниях р. Славянки.

В зонах, которые удалены от места выброса органических веществ, нити *Sphaerotilus* обычно упругие, прямые, очень длинные и часто имеют четко видимую оболочку. Оболочку можно видеть непосредственно в ни-

тях без дополнительной окраски или специальной оптики, а также в виде пустых чехлов после выхода, по-видимому, из них клеток. Пустые чехлы могут встречаться в больших количествах наряду с полноценными нитями. Большое количество чехлов наблюдалось в пробе, взятой в устье Невы (рис. 2).

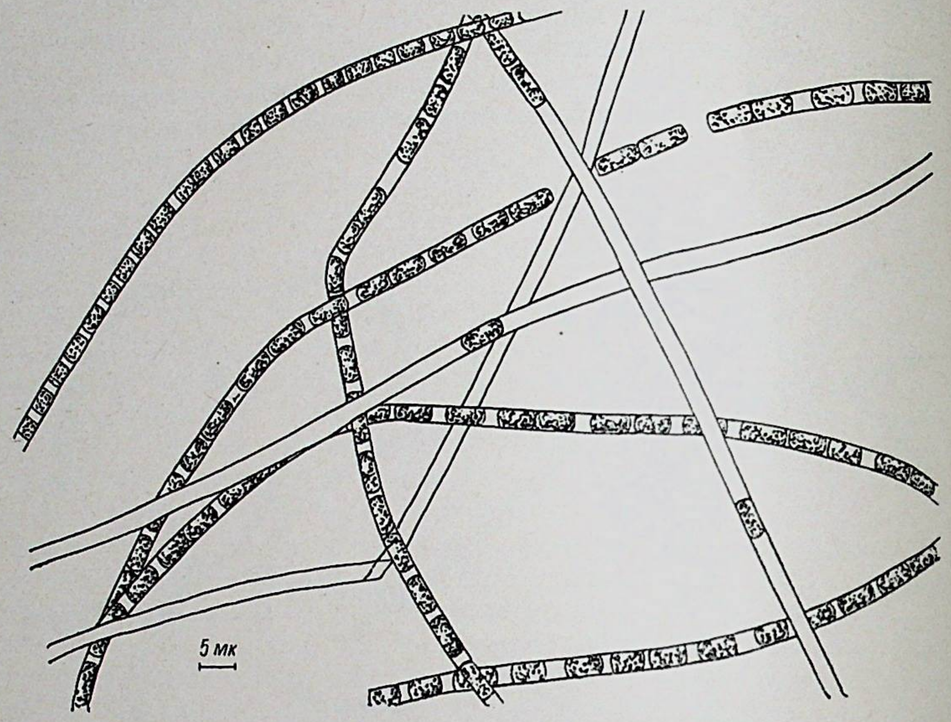



Рис. 2. *Sphaerotilus natans* из устья р. Невы.

Что касается сопутствующей микрофлоры, то она очень разнообразна, и слизистые массы *Sphaerotilus* ею чрезвычайно богаты. Здесь можно видеть нити серобактерий из рода *Beggiatoa*, различные грибы, в том числе почти постоянного спутника *Sphaerotilus* — *Leptomitus lacteus*, железобактерии (*Leptothrix ochracea*, а иногда и *Gallionella ferruginea*), зооглейные формы бактерий, цепочки из бактериальных клеток и массу отдельных клеток, иногда очень подвижных. Характерной особенностью скоплений *Sph. natans* является присутствие большого количества простейших, которые, возможно, питаются *Sphaerotilus* (Hynes, 1960).

### Получение чистых культур нитчатых бактерий

Методика выделения нитчатых бактерий в чистую культуру заключалась в следующем: пучки *Sphaerotilus* осторожно отделялись от субстрата пинцетом и помещались в чашку Петри со стерильной водой, где они расщеплялись на нити препаровальными иглами, простерилизованными в пламени спиртовки, и тщательно отмывались в многократно менявшейся стерильной воде. Тщательная отмывка прядей необходима для максимального удаления сопутствующей микрофлоры, которая очень засоряет посевы при высеве нитей *Sphaerotilus* и затрудняет выделение нитчатых бактерий. При высеве отмытых нитей на соответствующие среды было применено несколько способов.

1. По окончании отмывки нити *Sphaerotilus* переносились на кончике стерильной препаровальной иглы на поверхность подсушенных агаровых сред. Это так называемый посев комочками.



2. Был использован штриховой метод посева, при котором капля воды, содержащая отмытые волокна *Sphaerotilus*, наносится на поверхность агаровой пластинки и затем с помощью петли размазывается по поверхности в виде штрихов.

3. Отмытые нити помещались в стерильную чашку Петри, заливались агаровой средой и хорошо взбалтывались круговыми движениями чашки на ровной поверхности стола для равномерного распространения нитей в толще агара.

4. Была сделана попытка получить накопительную культуру нитчатых бактерий методом последовательных пересевов материала в свежую жидкую среду, обедненную органикой, с последующим высевом на агаризованные питательные среды.

В качестве питательных сред для получения чистых культур использовались следующие:

а. Мясо-пептонный агар (МПА) обычной концентрации и в разведениях голодным агаром в отношении 1 : 2, 1 : 4, 1 : 6.

б. 1.5%-й агар, приготовленный на сточной воде р. Славянки.

в. Среда Лаки и Ватти (Lackey a. Wattie, 1940), рекомендованная для выращивания *Sph. natans*, в которую добавляли 1.5% агара.

г. Предыдущая среда без добавления агара использовалась для получения накопительной культуры.

Несмотря на тщательную отмывку, нити *Sphaerotilus*, помещенные на агаризованные среды, уже через сутки при температуре 25° обрастают колониями сопутствующих микроорганизмов, что в значительной степени затрудняет выделение чистой культуры нитчатых бактерий. Наилучшие результаты были получены нами при использовании штрихового метода посева на поверхность полуголодного агара, а также при заливке нитей разбавленным МПА. Поскольку из литературы известно, что колонии *Sph. natans* очень напоминают таковые (во всяком случае в первые сутки роста) *Bacillus mycoides*, под микроскопом просматривались все колонии микоидального типа. Всего было получено 5 штаммов нитчатых бактерий. Как показали многочисленные наблюдения, колонии выделенных штаммов состояли из очень длинных, переплетенных между собой бактериальных нитей, состоящих в свою очередь из длинных (8—11 мк) палочек, которые имеют в первые сутки роста гомогенную протоплазму и плотно прилегают друг к другу, а потому трудно различимы в нитях без окраски. Полученные штаммы были тщательно проверены на чистоту путем многократных разливок на МПА, а также высевом в жидкую среду Лаки и Ватти. После того как пересевы показали отсутствие роста посторонней микрофлоры на твердой и в жидкой средах, культуры признавались чистыми.

### Морфологические особенности выделенных штаммов

**Плотные среды.** В процессе выделения чистых культур нитчатых бактерий обратил на себя внимание тот факт, что все полученные нами штаммы имели колонии, идентичные таковым *Bac. mycoides* (рис. 3), хотя микроскопическая структура колоний была характерна для *Sph. natans*, поскольку колонии состояли из длинных, переплетенных нитей 1.5—1.7 мк толщиной (длину их было трудно измерить из-за переплетения). Длина отдельных нитей прослеживалась через несколько полей зрения микроскопа. В первые двое суток нити состояли из цилиндрических клеток с округлыми концами и гомогенной протоплазмой, за счет чего отдельные клетки в нитях невозможно было обнаружить без окраски препарата. Клетки обычно довольно крупные, варьируют по длине в пределах 8—11 мк и плотно прилегают друг к другу. На 3-и и 4-е сутки структура

колоний изменяется. Нити укорачиваются и сильно переплетаются, причем очень часто можно наблюдать скрещивание концов нитей. Это явление у нитей *Sph. natans* отмечает также Прингсхейм (Pringsheim, 1949). Следует отметить, что нити таким образом соединены довольно прочно, поскольку при многократном нажатии на покровное стекло нам ни разу не удалось их разъединить. На этой стадии развития нити часто дают боковые ветви, состоящие из одной или нескольких клеток, что очень напоминает дихотомическое ветвление. Клетки к моменту появления ветвления обычно укорачиваются и иногда значительно утолщаются (до 3.5 мк), приобретая почти шаровидную форму. Однако утолщение наблюдается далеко не всегда. Протоплазма в клетках уплотняется и становится гранулированной, и между клетками появляются как бы пустые пространства. Клетки в нитях четко различимы без окраски, причем размеры их могут варьировать в значительных пределах даже в одной нити. Подобные возрастные изменения в клетках *Sph. natans* наблюдали многие исследователи (Бриф, 1936; Lackey a. Wattie, 1940; Pringsheim, 1949; Höhnl, 1955, и др.).

Большинство исследователей отрицает наличие спор у *Sphaerotilus*, хотя Прингсхейм и еще ряд авторов отмечают образование в клетках *Sph. natans* тел, сильно преломляющих свет и напоминающих споры. В литературе нет указаний на детальное исследование этих образований, т. е. вопрос о наличии спор у этой бактерии остается, по-видимому, открытым. Развитие на МПА у изученных нами штаммов нитчатых бактерий часто заканчивалось образованием спор, хотя, как будет рассмотрено ниже, спорообразование наступает не всегда, а развитие может останавливаться на стадии нитей. Скорость образования спор на плотных средах зависела от количества органического вещества в среде. На МПА, разбавленном в 2, 4, 6 и 8 раз голодным агаром, процесс спорообразования всегда наблюдался уже на 2-е сутки, причем процент образовавшихся спор зависел от степени разбавления среды. На МПА, разбавленном в 8 раз, споры образовывались во всех клетках, в то время как на остальных средах сохранялось незначительное количество вегетативных клеток. Для колоний в стадии спорообразования характерно легкое ослизнение и непрочное прикрепление к поверхности агара, в то время как в стадии нитей колонии прикреплены очень прочно.

В качестве среды, обедненной органикой, была взята среда, рекомендованная Лаки и Ватти (Lackey a. Wattie, 1940), состав которой следующий:

| | | | |
|---|---|---|---|
| $NaNO_3$ | — 25 мг | $CaCl_2$ | — 45 мг |
| $MgSO_4$ | — 10 » | Пептон | — 100 » |
| $K_2HPO_4$ | — 10 » | Декстроза | — 500 » |
| $KH_2PO_4$ | — 15 » | Вода | — 1 л |

Для получения твердой среды мы добавляли 1.5% агара. Рост изученных нами штаммов на этой среде характеризовался образованием гораздо более мелких мицелевидных колоний, чем на МПА. Морфологические изменения в нитях и клетках проходили с той же закономерностью, которая наблюдалась на значительно разбавленном МПА. Цикл развития завершался образованием спор на 2-е сутки. Вегетативные клетки полностью отсутствовали, а споры лежали свободно в результате полного лизиса клеточных оболочек.

Попытки получить рост выделенных штаммов на агаризованной сточной воде без добавления дополнительных питательных веществ дали отрицательные результаты. Рост был либо очень скудным, либо его не было



совсем. Полученные данные полностью коррелируют с имеющимися в литературе данными о непригодности стерилизованной сточной жидкости для выращивания нитчатых бактерий.

**Жидкие среды.** Для роста изученных штаммов в жидкой среде характерно образование в большинстве случаев волокнистой белой пленки по дну и стенкам колбы (рис. 4). Жидкие среды разливались тонким слоем около 2 см в колбы Виноградского. Следует, однако, отметить, что иногда рост наблюдался на дне колб в виде отдельных белых колоний, которые имели небольшие размеры (до 5 мм в диаметре) и мицелиальную, но более плотную, чем на агаре, структуру. Образование поверхностной пленки мы наблюдали при выращивании культур в МПБ, разлитом в пробирки.

Микроскопическая картина роста в жидких средах в 1-е сутки напоминает таковую на агаровых средах. Образующиеся пленки или колонии состоят из длинных нитей, в которые объединены отдельные цилиндрические клетки с гомогенной протоплазмой. Клетки имеют те же размеры, что и на агаровых средах, и их можно различить в нитях только после окраски препарата. В последующие сутки протоплазма в клетках уплотняется, становится гранулированной. Далее клетки как бы сжимаются, между ними появляются пустые пространства, а размеры клеток соответственно уменьшаются. Длина клеток даже в одной нити может варьировать в широких пределах (1.7—5 мк), в то время как ширина клеток постоянна и равна 1.5 мк. Изменения, происходящие в морфологии клеток и нитей, очень напоминают те, которые наблюдал Эллис (Ellis, 1919) у *Cladothrix dichotoma*. Наряду с длинными нитями в среде могут встречаться, хотя и в незначительном количестве, отдельные вегетативные клетки. К моменту уплотнения протоплазмы в клетках и возникновения между ними пустых пространств характерно появление оболочки, облегающей всю нить. Оболочка довольно четко видна без окраски препарата в люминесцентном микроскопе или в фазовом контрасте. Нитчатую структуру в среде Лаки и Ватти культуры могут сохранять длительное время (до 2 месяцев), хотя в стареющих культурах обычно увеличивается количество свободных клеток, на которые частично распадаются нити. Спорообразование может не наступать совсем, либо наступать с большим запозданием (2—3 недели). Как было выяснено, морфология изученных бактерий в жидких средах зависит от состава среды и условий культивирования. Стадия нитей более длительное время сохранялась в жидких средах, обедненных органическим веществом (среда Лаки и Ватти либо разбавленный водой мясо-пептонный бульон). В среде, рекомендуемой Разумовым (1961б), для которой характерно довольно значительное содержание пептона и глюкозы, наблюдалась несколько иная картина морфологических изменений. Во-первых, толщина нитей, а следовательно, и клеток была несколько больше той, которую мы наблюдали в средах с низким содержанием органики, а именно 1.7—2.0 мк. Во-вторых, в этой среде часто можно видеть нити из сильно утолщенных и укороченных клеток (3.3×4.5 мк). Для нитей характерно ветвление, которое обычно наблюдается на агаровых средах. Более высокое содержание в среде органических веществ приводит к быстрому распаду нитей на отдельные клетки различных размеров и формы. При появлении большого количества отдельных клеток среда при встряхивании взмучивается, в то время как преобладание нитчатых форм оставляет среду абсолютно прозрачной. Это явление характерно для роста нитчатых бактерий в жидких средах (Pringsheim, 1949).

Что касается спорообразования, то хотя в среде Разумова и наблюдалась задержка этого процесса до 2 недель, но в отдельных клетках споры можно было видеть гораздо раньше.

## Физиологические особенности выделенных штаммов

### Размножение

Изученные штаммы бактерий, как указывалось выше, могут иметь несколько стадий развития, поэтому размножение осуществляется несколькими способами в зависимости от состояния культуры.

1. Для *Sph. natans*, по литературным данным, характерно размножение подвижными гонидиями — клетками, снабженными одним или несколькими жгутиками. У изученных штаммов мы неоднократно наблюдали присутствие в среде наряду с нитями более или менее подвижных отдельных клеток. Однако наличие подвижных клеток нельзя считать признаком, определяющим размножение наших культур, поскольку эти клетки наблюдались обычно только на ранней стадии развития. В последующие сутки подвижность клеток исчезала. Следует отметить, что варианты, у которых нити целиком распадались на очень подвижные клетки, были нами получены в процессе диссоциации исходных штаммов, о чем будет сказано ниже. При пересеве в свежую среду подвижные клетки вырастали в длинные неподвижные нити, которые затем снова распадались на очень подвижные клетки и т. д. Длительное содержание этих подвижных клеток в среде без пересевов приводило обычно к потере подвижности, которая, однако, вновь появлялась при пересеве в свежую среду. Эти наблюдения в некоторой степени могут объяснить, по-видимому, разногласия различных исследователей в вопросе о том, как размножается *Sph. natans* — подвижными или неподвижными клетками. Характер полученных данных будет зависеть по крайней мере от возраста культуры и от варианта нитчатой бактерии, с которым мы имеем дело.

2. Воспроизведение спорами наблюдалось неоднократно в висячей капле. При прорастании спора слегка разбухает, причем оптическая плотность ее значительно уменьшается, и затем она целиком превращается в вегетативную клетку.

3. Размножение делением клеток имеет место после прорастания споры в вегетативную клетку. Явление образования нитей путем последующего деления вегетативных клеток мы наблюдали, используя метод стекол обрастания, которые помещались в жидкую среду одновременно с внесением взвеси спор. Стекла вынимались из среды первый раз через 12 час., а затем каждые сутки в течение 6 дней. Это позволило наблюдать картину постепенного увеличения длины нитей путем деления клеток, т. е., вероятно, ту картину, которую наблюдал Бутчер, помещая стекла обрастания в р. Ларк, где было отмечено развитие *Sph. natans* (Butscher, 1940). Размножение фрагментацией нитей наблюдалось постоянно при пересеве культур в стадии нитей в свежую среду. Наряду с длинными нитями в культуре всегда присутствует какое-то количество обрывков нитей и коротких цепочек из нескольких клеток. Увеличение содержания органического вещества, как это мы наблюдали, используя среду Разумова, может привести к почти полному распаду нитей на фрагменты. При пересеве в свежую среду эти фрагменты снова вырастают в длинные нити.

### Отношение к температуре

Как известно, в природных условиях максимальное развитие *Sph. natans* наблюдается при низких температурах. При выращивании в лабораторных условиях требуются более высокие температуры. Изученные нами штаммы хорошо росли в довольно широком интервале температур





Рис. 3. Колонии нитчатых бактерий, выделенных из зооглейных обрастаний (1/2 натур. величины).



Рис. 4. Рост нитчатых бактерий в жидкой среде (пленка на дне сосуда).

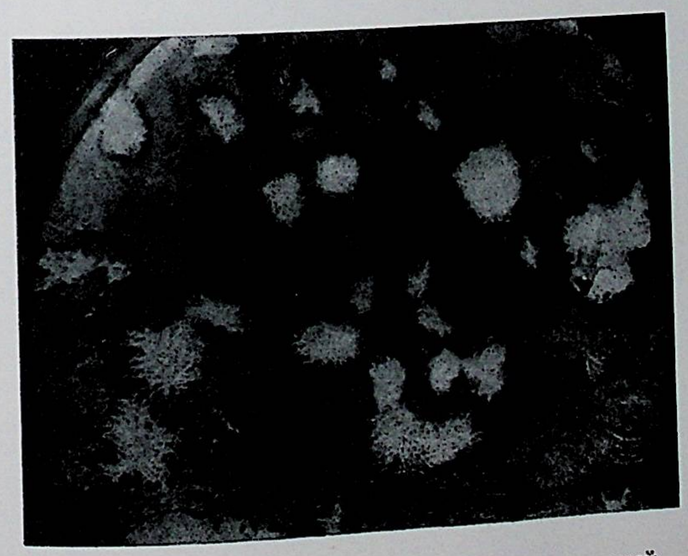


Рис. 5. Расщепление штамма S-1 на спорогенный и аспорогенный варианты. (3/4 натур. величины).

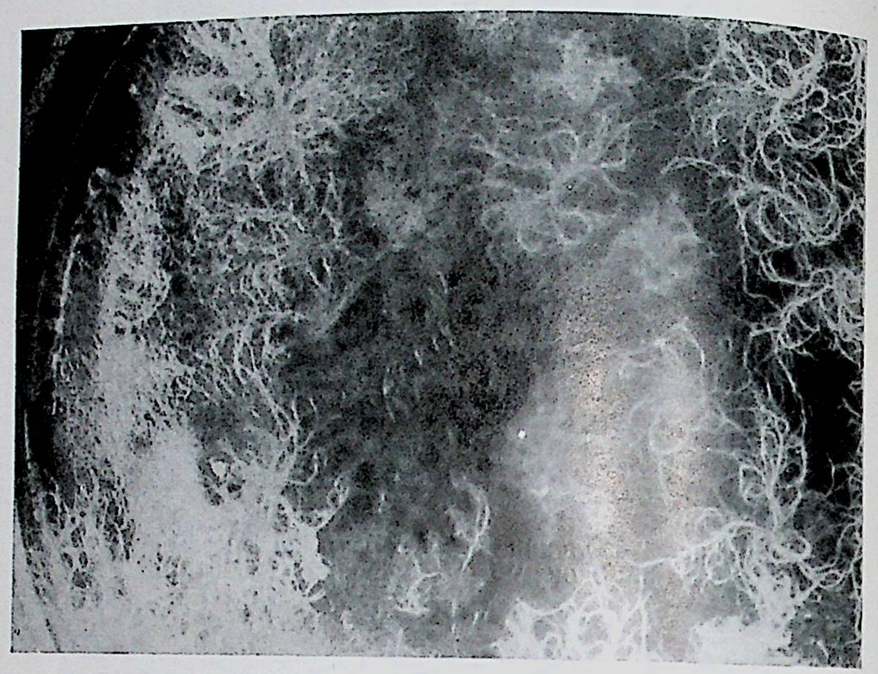


Рис. 6. Появление в посеве спорогенного штамма аспорогенной колонии. (Увел. в 2 раза).

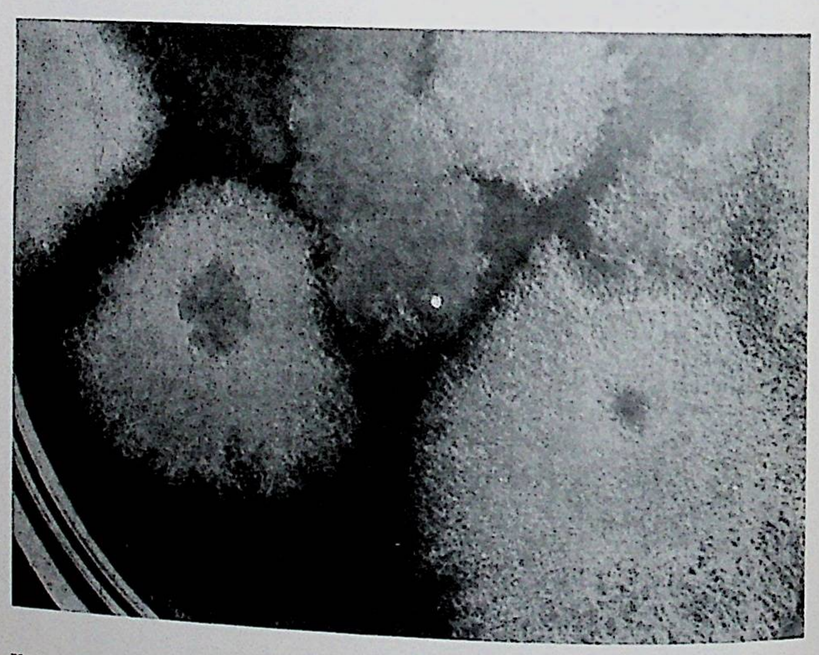


Рис. 7. Атипичные колонии нитчатых бактерий из старых культур. (Увел. в 2 раза).

от 20 до 35°. Рост значительно замедлялся при 15°, и его не было при 5°. Оптимальная температура роста равна 25°. Полученные нами данные вполне совпадают с теми результатами, которые опубликованы по этому вопросу в литературе. Несмотря на то что в природных условиях низкие температуры являются благоприятными для роста *Sph. natans*, в лабораторных условиях нитчатые бактерии не удается вырастить при этих же температурах.

### Отношение к pH

Для изучения влияния различных pH на рост нитчатых бактерий в качестве питательной среды был использован разбавленный в 8 раз водой мясо-пептонный бульон, pH которого изменяли добавлением 10%-го раствора $H_2SO_4$ или 20%-го NaOH. Были взяты следующие значения pH: 4.5; 5.0; 6.0; 7.0; 8.0; 9.0; 10.0; 11.0. Рост штаммов наблюдался при всех значениях pH, за исключением 11.0. При pH 10.0 рост был замедленным в первые сутки, а затем достигал нормальной интенсивности. Однако измерение pH среды в процессе роста культур показало, что реакция среды не остается постоянной, а изменяется в ту или иную сторону в зависимости от заданного значения pH. Данные эксперимента приведены в табл. 2 для штамма S-1, выделенного из скоплений *Sphaerotilus* в р. Славянке.

ТАБЛИЦА 2

Изменение реакции среды в процессе роста культуры

| Начальное pH | 1-е сутки | 2-е сутки | 3-и сутки | 6-е сутки | 10-е сутки |
|---|---|---|---|---|---|
| 4.5 | 5.0 | 5.4 | 5.4 | 6.0 | 6.6 |
| 5.0 | — | — | 5.2 | 5.4 | 7.1 |
| 6.0 | — | — | 6.2 | 6.4 | 7.0 |
| 7.0 | — | — | 7.0 | 7.1 | 7.3 |
| 8.0 | — | — | 7.8 | — | 7.3 |
| 9.0 | 8.2 | 7.2 | — | 7.5 | — |
| 10.0 | 9.0 | — | 8.2 | — | 7.3 |
| 11.0 | Роста нет | | | | |

Из табл. 2 видно, что в процессе роста культура активно изменяет pH среды в сторону его оптимального значения. Микроскопические наблюдения показали, что исходное значение pH среды может оказывать влияние на морфологию культуры. Значительное подкисление среды (pH 4.5—5.0) приводит в ряде случаев к появлению в культуре инволюционных форм таких, как сильно искривленные нити или нити с сильно раздутыми или бесформенными клетками. При заданном pH от слабокислого до слабощелочного наблюдается присутствие в культуре нитей, типичных для нитчатых бактерий типа *Sphaerotilus*, а значительное подщелочение среды обычно приводит к ускорению процесса спорообразования.

### Концентрация органического вещества

В наших экспериментах изученные штаммы росли при очень широком диапазоне концентрации органического вещества в среде.

В жидких средах мы получали рост культур даже при разведении МПБ в 15 раз (содержание пептона в среде 0.1 мг/л). На агаровых средах рост получали при разбавлении МПА в 20 раз, т. е. содержа-

ние органического вещества в среде было незначительным. В то же время нам не удалось получить роста в стерильной сточной жидкости, так же как и на агаре, приготовленном на сточной жидкости.

### Источники азота

В эксперименте по использованию органического и минерального азота использовали две среды, рекомендуемых Разумовым (1961а). Нам не удалось получить роста на среде с минеральным азотом ни в одном случае при многократных высевах выделенных штаммов. В качестве источника азота культуры использовали только органический азот.

### Диссоциация изученных штаммов

Вопрос изменчивости выделенных нами штаммов нитчатых бактерий специально не исследовался, но в процессе культивирования в лабораторных условиях они показали большую вариабильность. Ниже приводятся результаты наблюдений за диссоциацией штамма S-1.

а. **Образование аспорогенных вариантов.** В одной из разливок штамма S-1 на МПА в чашках Петри на 3-и сутки роста были обнаружены колонии 2 типов (рис. 5). В волокнистом налете, образованном колониями S-1, сначала появлялась как бы зона растворения колонии, в центре которой образовывалась новая точечная колония белого цвета. Вторичная колония разрасталась в увеличивающейся зоне растворения в колонию по форме тождественную первичной. Различия между первичными и вторичными колониями наблюдались в цвете. В то время как первичные колонии постепенно темнели, приобретая буроватый оттенок, вновь вырастающие колонии на их фоне были ярко-белыми.

Микроскопическое изучение структуры этих колоний показало, что в то время как темные колонии состояли из длинных бактериальных нитей, для белых колоний было характерно присутствие довольно коротких цепочек или одиночных клеток. Дальнейшие наблюдения показали, что нитчатая структура темных колоний сохраняется неопределенно долго, а белые колонии дают картину развития, идентичную той, которая приведена выше для спорогенных штаммов.

Оба типа колоний были выделены и проверены на чистоту многократными высевами на твердые и в жидкие среды. В дальнейшем они сохранили различие в росте. На МПА темные колонии (штамм $S\text{-}1_т$) отличались более нежной структурой и сохраняли буроватый оттенок. Белые колонии (штамм $S\text{-}1_б$) отличались цветом и более грубой структурой. Особенностью колоний полученных вариантов является различная прочность прикрепления к агару. В то время как колонии спорогенного варианта $S\text{-}1_б$ прочно прикреплены к поверхности агара только до момента спорообразования, для колоний аспорогенного варианта $S\text{-}1_т$ прочное прикрепление характерно на протяжении всего роста.

Аспорогенные варианты мы получали неоднократно как в обычных, казалось бы, условиях роста без видимых изменений условий среды, так и при воздействии различных факторов. Так, например, добавление пептона в стандартный МПА способствовало появлению аспорогенных вариантов, так же как и выращивание культур при 30—35°. Следует отметить, что зоны растворения образовывались не всегда. Довольно часто аспорогенные колонии вырастали просто в виде сегментов на колониях исходного штамма либо в виде отдельных колоний (рис. 6).

В жидких средах оба варианта образовывали пленку по стенкам и дну колбы, оставляя среду прозрачной. Однако пленки, образованные аспорогенными вариантами, сохраняли нитчатую структуру неопределенно



долго, в то время как у спорогенных вариантов в момент спорообразования или даже до него нити целиком или частично распадались на отдельные клетки, что уменьшало прочность пленки и она легко распадалась на мелкие хлопья, которые при встряхивании среды образовывали долго не оседающую муть.

Аспорогенные штаммы, полученные нами в процессе изучения выделенных штаммов нитчатых бактерий, по условиям возникновения, характеру роста и полному отсутствию спорообразования идентичны описанным в литературе аспорогенным вариантам *Bacillus mycoides*.

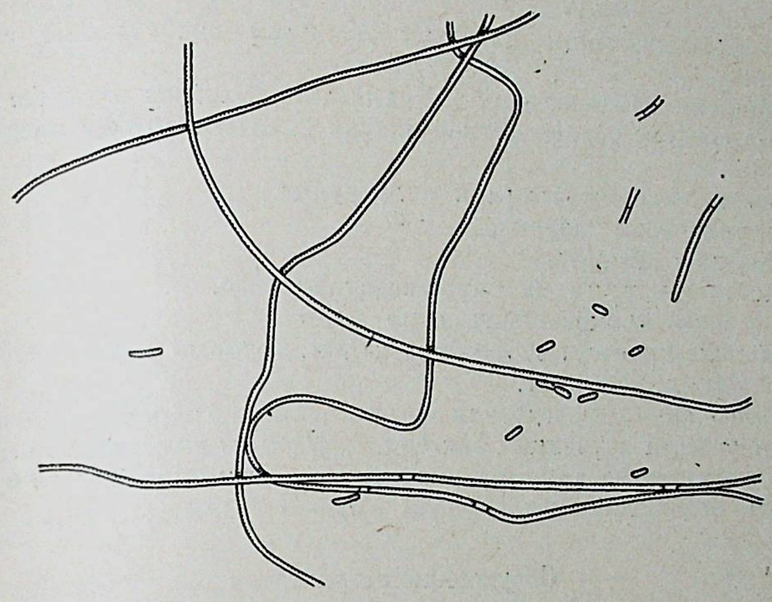


Рис. 8. Структура S-типа колонии нитчатых бактерий.

б. **Образование колоний различных типов.** Кроме расщепления на спорогенные и неспорогенные варианты, исходный штамм S-1 дал несколько типов колоний, отличающихся по своим морфологическим признакам. Эти колонии были получены при высевах старых культур на свежий МПА либо при пересевах с одной среды на другую, например, с агаризованной среды Лаки и Ватти на стандартный МПА или на полуголодный МПА (рис. 7). При заметном различии в морфологии макроскопическая структура колоний была одинаковой и идентичной исходному штамму. Все полученные типы колоний были спорообразующими, причем морфологические признаки их не были стабильными, и при последующих пересевах на скошенный стандартный МПА они обычно давали колонии, идентичные исходному штамму.

Кроме вышеупомянутых колоний, которые могут быть все отнесены к R-типу, мы наблюдали появление колоний S-типа. Гладкие колонии нитчатых бактерий появлялись при расщеплении аспорогенного штамма. Расщепление наблюдалось только в старых культурах. Гладкие колонии вырастали либо в виде вторичных колоний на агаровых пластинках с посевом исходного аспорогенного штамма, либо вырастали при разливках из старых культур спорогенного штамма. Колонии круглой формы, довольно плоские, с матовой поверхностью. Они имеют небольшие размеры (до 0.5 см в диаметре) и отличаются вязкой консистенцией. Эти колонии состоят из длинных нитей, в которых не наблюдается четкого деления на клетки. Последние не всегда видны даже после окраски препарата. Отдельные клетки могут выходить из нити, образуя разрывы между клетками в нити (рис. 8). Наблюдения показали, что обычно на вторые сутки

роста на МПА нити начинают распадаться на отдельные клетки и куски нитей, состоящие из нескольких клеток. Те и другие очень подвижны, причем подвижные клетки очень напоминают подвижные гонидии *Sphaerotilus*, описанные в литературе. При пересеве в свежую среду клетки вырастают в новые нити, которые затем распадаются на отдельные подвижные клетки и т. д. Следует отметить, что выращивание аспорогенного штамма на МПА при температуре 30—35° способствует появлению гладкой формы.

### Идентификация изученных бактерий

Изученным штаммам нитчатых бактерий свойственны следующие признаки:

1. Образование ризоидных колоний типа *Bacillus mycoides* на МПА.
2. Образование поверхностной пленки на МПБ, причем среда остается прозрачной.
3. Разжижение желатины в виде чулка.
4. Пептонизация молока.
5. Редукция нитратов.
6. Отсутствие роста на синтетической среде.
7. Способность окрашиваться по Граму.
8. Наличие процесса спорообразования, который может быть утрачен в определенных условиях.

Идентификация, проведенная по определителю Красильникова (1949), позволяет отнести изученные бактерии к *Bacillus mycoides* ввиду наличия процесса спорообразования, однако при отсутствии последнего они вполне могут быть отождествлены с родом *Sphaerotilus*.

### Обсуждение результатов

Выделенные нами культуры нитчатых бактерий обладают рядом признаков, которые, с одной стороны, сближают их с родом *Sphaerotilus*, но, с другой стороны, наличие процесса спорообразования предполагает их принадлежность к роду *Bacillus*. Этот факт не является неожиданным, поскольку для некоторых бактерий из рода *Bacillus* характерно нитчатое строение (Красильников, 1949), сближающее их с нитчатыми бактериями. Красильников пишет: «Организмы образуют длинные нити. . ., по внешнему виду организмы похожи на нитчатые бактерии». Иногда у них наблюдается «ложное ветвление, как это описано у *Cladothrix*» (стр. 567).

С другой стороны, во многих работах, посвященных изучению *Sph. natans*, указывается на большое морфологическое сходство этого микроорганизма и *Bacillus mycoides*. Так, например, ряд исследователей отмечает, что на плотных средах колонии *Sphaerotilus* очень похожи на колонии *Bacillus mycoides* (Lackey a. Wattie, 1940; Höhnl, 1955; Разумов, 1961а; Dondero et al., 1961). Насколько велико сходство этих микроорганизмов, можно видеть из того, что Сэк (Sack, 1925) выделил и описал несколько штаммов нитчатых бактерий, определив их как *Sph. natans*. Впоследствии данные Сэка были подвергнуты сомнению другими исследователями (Haag, 1927) на основе того, что нитчатые бактерии, выделенные Сэком, образовывали споры, наличие которых большинством авторов у *Sphaerotilus* отрицается. Хааг полагал, что Сэк выделил и описал не *Sphaerotilus*, а *Bacillus mycoides*. При сравнении литературных данных по их морфологии можно найти много общего между этими микроорганизмами. Известно, что *Bac. mycoides* может образовывать длинные нити, очень напоминающие таковые нитчатых бактерий (Красильников, 1949). Кроме того, клетки этих микроорганизмов, как показывает сравнение литературных данных, претерпевают абсолютно одинаковые морфологические



изменения в процессе своего развития. По данным Льюиса (Lewis, 1932), клетки *Bac. mycoides* в молодых нитях гораздо длиннее, чем в старых. Они не содержат гранул, и для протоплазмы на этой стадии характерна гомогенность. Так же как у *Sphaerotilus*, в одной нити можно наблюдать клетки различных размеров. Нити *Bac. mycoides* в определенных условиях иногда распадаются на отдельные клетки, которые могут быть подвижными (Oesterle u. Stahl, 1930; Кушнарев, 1932; Раутенштейн, 1947б). *Bac. mycoides* образует споры, но, как указывалось выше (Кушнарев, 1932; Раутенштейн, 1946), эта бактерия может давать аспорогенные варианты, что еще больше подчеркивает ее сходство со *Sphaerotilus*. Наконец, эти два микроорганизма очень близки между собой по своей склонности к полиморфизму. В литературе есть большое количество данных, указывающих на то, что *Bac. mycoides* может претерпевать глубокие изменения, как в морфологии клеток, так и в морфологии колоний. Льюис (Lewis, 1932) приводит описание семи различных типов колоний, которые ему удалось получить. Резко отличаясь морфологически, одни колонии сохраняли способность прочно прикрепляться к агару, в то время как другие ее теряли. При этом последние обычно распадались на короткие нити и отдельные клетки, дающие в среде равномерную муть, тогда как прикрепленные штаммы образовывали длинные нити, которые опускались на дно, оставляя среду совершенно прозрачной. Раутенштейн экспериментально получал различные варианты *Bac. mycoides*, отличающиеся от исходных культур своими морфологическими и физиологическими свойствами. Некоторые исследователи неоднократно наблюдали диссоциацию типичных колоний *Bac. mycoides* на R- и S-типы (Oesterle u. Stahl, 1930; Кушнарев, 1932). Многочисленными работами подтверждается большое разнообразие морфологических форм *Bac. mycoides* (Nyberg, 1927; Oesterle u. Stahl, 1930; Lewis, 1932; Раутенштейн, 1947а). Шаровидные и коккообразные клетки, колонии, дрожжеподобные и нитевидные клетки — вот основные формы *Bac. mycoides*. Для некоторых штаммов *Bac. mycoides* характерна подвижность, и тогда отдельные клетки этой бациллы очень напоминают подвижные гонидии *Sphaerotilus*, упоминаемые в литературе. На то, что вегетативные клетки *Sph. natans* невозможно отличить от таковых *Bac. mycoides*, указывает Дондеро (Dondero, 1961).

Эксперименты, проведенные нами с чистой культурой *Bac. mycoides*, выделенной из почвы, показали, что эта бактерия в определенных условиях среды может образовывать нитчатые формы, ничем не отличающиеся от таковых *Sphaerotilus* и изученных нами в настоящей работе нитчатых бактерий рода *Bacillus*. Развитие этих бактерий может задерживаться на стадии нитей длительное время в определенных условиях, нарушение которых приводит к переходу культуры в другую форму (отдельные клетки или споры). Часто наблюдаемые в природе и в очистных промышленных установках внезапные вспышки развития нитчатых бактерий и столь же внезапные их исчезновения, по-видимому, можно также объяснить с точки зрения перехода нитчатой формы в другую под влиянием условий среды.

Изученные культуры обнаружили большую вариабильность в лабораторных условиях. Наличие аспорогенных вариантов, а также вариантов с очень подвижными клетками несомненно приближает выделенные штаммы нитчатых бактерий к роду *Sphaerotilus*.

Таким образом, из полученных нами данных можно сделать заключение о большом сходстве бактерий родов *Sphaerotilus* и *Bacillus*, в частности *Sph. natans* и *Bac. mycoides*. Мы не склонны отождествлять *Sph. natans* с *Bac. mycoides*, поскольку скорее всего род *Sphaerotilus* является сборным, включающим целый ряд бактерий по крайней мере из рода *Bacillus*. В литературе есть ссылки на сходство *Sph. natans* не только

с *Bac. mycoides*, о чем говорилось выше, а с целым рядом других бацилл, как например *Bac. subtilis* (Pringsheim, 1949), *Bac. megatherium* (Dondero et al., 1961), *Bac. cereis* (Dondero, 1961), *Bac. intricatus* (Красильников, 1949). Однако эти данные о сходстве обычно приводятся в качестве предостережения от возможности идентификации этих организмов, хотя сравнительное изучение их биологии могло бы, вероятно, пролить свет на многочисленные противоречивые и неясные вопросы, с которыми сталкивается исследователь в процессе изучения *Sph. natans*.

## ЛИТЕРАТУРА


Бриф Р. И. 1936. Наблюдения над *Sphaerotilus natans* (Kützing) в чистой культуре. Микробиология, 5, 4 : 505—514.

Красильников Н. А. 1949. Определитель бактерий и актиномицетов. М. : 567.

Кушнарев М. А. 1932. О некоторых закономерностях индивидуальной изменчивости *Bacillus mycoides* и *Bacillus mesentericus*. Микробиология, 2, 2 : 118—127.

Разумов А. С. 1961а. Нитчатые бактерии из рода *Cladothrix* (методика, морфология и отношение к физическим факторам). Микробиология, 30, 3 : 515—524.

Разумов А. С. 1961б. Физиология и экология нитчатых бактерий. Микробиология, 30, 5 : 938—945.

Разумов А. С. 1961в. Микробиальные показатели сапробности водоемов, загрязненных промышленными сточными водами. III. О систематике нитчатых бактерий. Микробиология, 30, 6 : 1088—1096.

Раутенштейн Я. И. 1946. Изменчивость *Bacillus mycoides* Flügge, I. Морфология вариантов. Микробиология, 15, 4 : 291—304.

Раутенштейн Я. И. 1947а. Изменчивость *Bacillus mycoides* Flügge, II. Физиологические особенности полученных организмов. Микробиология, 16, 1 : 33—41.

Раутенштейн Я. И. 1947б. Изменчивость *Bacillus mycoides* Flügge, III. Устойчивость вариантов, полученных экспериментально. Микробиология, 16, 3 : 237—244.

Ткаченко Н. И., Э. Э. Друблянец. 1959. *Sphaerotilus dichotomus* — возбудитель «вспухания» активного ила аэротенков. Микробиология, 28, 5 : 763—767.

Amberg R. H. a. R. Elder. 1965. Intermittent discharge of spent sulphite liquor. J. Sanit. Eng. Div., 82 : 929.

Bahr H. 1953. The biology of *Sphaerotilus natans*. Schw. z. Hydrol., 15, 2 : 285.

Büsgen M. 1894. Culturversuche mit *Cladothrix dichotoma*. Ber. d. Deutsch. Botan. Gesell., 12, 22 : 147—158.

Butscher R. W., F. T. K. Pentelow, I. W. A. Woodly. 1940. An investigation of the river Lark and the effect of beetsugar pollution. Fishery Invest., 1, 3 : 111.

Cataldi M. S. 1939. A study of the systematics of the Chlamidobacteriales. Rev. del Instit. Bact. del Depart. Nac. de Hygiene, IX, 1 : 5.

Cohn F. 1875. Untersuchungen über Bacterien. Beitz. biol. Pflanz., 1 : 141.

De Martini F. E. 1934. Slime growths in Sewers. Sewage Works J., 6,5 : 950.

Demoll von R. a. H. Liebmann. 1952. The distribution of *Sphaerotilus natans* in rivers. 14 : 289.

Dondero N. C. 1961. *Sphaerotilus* its nature and economic significance. Advances in Appl. Microbiol., 3, 77 : 105.

Dondero N. C., R. Phillips, H. Heukelikiam. 1961. Isolation and preservation of cultures of *Sphaerotilus*. Appl. Microbiol., 9, 3 : 217—227.

Ellis D. 1919. Iron bacteria. London : 71—94.

Haag F. 1927. *Sphaerotilus natans* Sack und *Bacillus viridiglaucescens* Sack. Zugleich ein Bacteriol. zur Varibilität des *Bacillus megatherium*. Ztbl. Bact. Paras., Abt. 2, 69 : 4—14.

Harrison M. a. H. Heukelekian. 1958. Slime infestation — literature review. I. *Sphaerotilus*. Sewage a. Industr. Wastes, 30 : 1278.

Höflich K. 1901. Kultur und Entwicklungsgeschichte der *Cladothrix dichotoma*. Österr. chon. schr. für Fier., 25, 4 : 49.

Höhnl G. 1955. Investigation into the physiology and nutrition of *Sphaerotilus natans*. Arch. Microbiol., 23 : 207.

Hynes H. B. N. 1960. The biology of polluted waters. N. Y. : 95.

Kutzing F. 1833. *Sphaerotilus natans*, eine neue Süsswasseralgae. Linnae, 8 : 385.

Lackey J. a. E. Wattie. 1940. Studies of sewage purification. XIII. The biology of *Sphaerotilus natans* Kutzing in relation to bulking of activated sludge. Sewage Works J., 12, 4 : 669.





Lewis J. 1932. Dissociation and life cycle of *Bacillus mycoides*. Jour. Bact., 24 : 381—414.

Liebmann H. 1953. The biological community of *Sphaerotilus* Flocs and the physico-chemical basis of their formation. Vom Wasser, 20 : 24.

Lincoln J. a. R. Foster. 1943. Report on investigation of pollution in the Lower Columbia River : 1—143.

Linde P. 1913. Zur Kenntnis vom *Cladothrix dichotoma* Cohn. Centr. f. Bact. Paras., II, 39 : 369—394.

Littman M. 1940. Carbon and nitrogen transformation in the purification of sewage by the activated sludge process, IV. With a culture of *Sphaerotilus*. Sewage Works J., 12, 4 : 685.

Mulder E. a. W. van Veen. 1962. The *Sphaerotilus — Leptothrix* group. Antonie van Leuewenhoek, 28 : 236—237.

Mulder E. a. W. van Veen. 1963. Investigation on the *Sphaerotilus — Leptothrix* group. Antonie van Leuewenhoek, 29 : 121.

Naumann E. 1933. Is *Cladothrix dichotoma* identical with *Sphaerotilus natans* (Kutzing)? Ztbl. Bact., Abt. II, 1/4 : 88.

Nyberg C. 1927. Morphologie du *Bacillus mycoides*. Soc. Sc. Fennica Comm. biol., III : 3.

Oesterle P. u. C. Stahl. 1930. Untersuchungen über den Formenwechsel und die Entwicklungsformen bei *Bacillus mycoides*. Zentrbl. f. Bact., Abt. II, 79 : 1—25.

Pringsheim E. 1949. The filamentous bacteria *Sphaerotilus*, *Leptothrix*, *Cladothrix* and their relation to iron and manganese. Phil. Trans. Roy. Soc. B, 233 : 453—482.

Rouf M. a. J. Stokes. 1962. Isolation and identification of the sudanophilic granulus of *Sphaerotilus natans*. J. Bact., 83 : 343—347.

Ruchhoft C. a. J. Kachmar. 1941. Studies of sewage purification, XIV. The role of *Sphaerotilus natans* in activated sludge bulking. Sewage Works J., 13 : 1.

Sack J. 1925. *Sphaerotilus natans*. Zentr. Bacter. Paras., Abt. II, 65 : 116—118.

Scheuring L. 1955. Ein Beitrag zur Biologie und dem Stoffwechsel von *Sphaerotilus natans*. Arch. Hydrobiol., 22 : 498.

Skerman V. B., D. G. Dementjeva a. G. W. Carey. 1957. Intracellular deposition of sulphur by *Sphaerotilus natans*. Nature, 179 : 742.

Smith J. 1934. Bulking of activated sludge, II. On the causative organisms. Sewage Works J., 6, 6 : 1041.

Stokes J. 1954. Studies on the filamentous sheathed iron-Bacterium — *Sphaerotilus natans*. J. Bact., 67 : 278.

Suckling E. 1944. The examination of waters and water supplies. Philadelphia : 138.

Wuhrmann K. 1949. Über den aminosäuregehalt gereinigten und ungereinigten Abwassers. Verhandl. Intern. ver. theor. u. ungew. Limnologie, 10 : 580—586.

Wuhrmann K. 1954. High-rate activated sludge treatment and its relation to stream sanitation, II. Biological river tests of plant effluents. Sewage a. Industr. Wastes, 26, 2 : 212.

Zikes H. 1915. Comparative investigation on *Sphaerotilus natans*. Centr. Bacterionl., 43, 2, 10 : 529.

Zopf W. 1882. Zur Morphologie der spaltpflanzen und Spaltagen. Leipzig.

# ФИТОПЛАНКТОН И ОБРАСТАНИЯ РЕКИ НЕВЫ И ЕЕ ПРИТОКОВ

*Е. Е. Раскина*

(Центральная лаборатория Главной водопроводной станции)

Фитопланктону Ладожского озера, р. Невы (главным образом ее истока) и частично притоков посвящены весьма обстоятельные работы Болохонцева (1904, 1911). Выполнены они были в связи с исследованиями Ладожского озера как предполагаемого источника водоснабжения Петербурга в начале XX в.

В течение 1923—1926 гг. Воронихин и Порецкий систематически собирали фитопланктон в р. Б. Невке — одном из рукавов дельты р. Невы. В их работах (Порецкий, 1928, 1931; Воронихин, 1931) дается подробный и всесторонний анализ фитопланктона, его сезонные изменения, систематический состав. В работах Киселевой (1949) и Соколовой (1949) дается характеристика планктона Невской губы за период с июля 1935 по июль 1937 г. По Невской губе имеются еще работы Вислоуха (1921) и Киселева (1924). В работах автора (Раскина, 1957, 1963) рассматриваются преимущественно массовые виды невского фитопланктона и главным образом те, которые мешают работе Ленинградских водопроводных станций. Кроме названных, имеются и более ранние работы, в которых есть некоторые данные о водорослях Невы. Подробная сводка этих работ приводится Воронихиным (1931).

Материалы, послужившие основанием для настоящей статьи, были собраны Зоологическим институтом АН СССР и Главной водопроводной станцией управления «Ленводоканал» в течение 1962—1963 гг. и зимы 1964 г.

Кроме того, использованы материалы, собранные нами в течение ряда лет с 1957 г. во время рейсов, проводимых лабораториями ленинградских водопроводных и санитарно-эпидемиологических станций.

На Неве исследования проводились во все сезоны года от ее истока до устья с постоянными станциями в районах Петрокрепости (исток), р. Славянки, Смольного и в устье.

Притоки были обследованы в приустьевых районах во все сезоны года. Кроме того, Тосна, Ижора, Славянка и Охта — в нескольких точках от истока до устья, причем Славянка в разные сезоны года, а другие лишь один раз в феврале 1964 г. Таким образом, наши материалы по притокам характеризуют в основном их приустьевые участки.

Для качественного анализа планктон собирался цеппелином из планктонного газа № 67, а зимой из проруби ведром с последующей фильтрацией воды через планктонную сетку из такого же газа. Для качественных определений использовались также количественные пробы.



ТАБЛИЦА 1

Фитопланктон р. Невы и ее притоков
(цифры означают наибольшую частоту встречаемости)

| Водоросли | р. Нева | | | | Притоки | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | исток | у Славянки | у Смольного | устье | Черная | Мойка | Мга | Тосна | Ижора | Славянка |
| ***Cyanophyta*** | | | | | | | | | | |
| *Synechocystis endobiotica* Elenk. et Hollerb. | 3 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 3 | — | — | 1 |
| *Dactylococcopsis* sp. | 1 | 1 | — | — | — | — | 1 | 1 | — | — |
| *Merismopedia tenuissima* Lemm. | — | — | 1 | — | — | — | — | — | — | 2 |
| *M. punctata* Meyen | — | — | 1 | — | — | — | — | — | — | — |
| *M. glauca* (Ehr.) Näg. | 1 | 1 | — | — | — | — | 1 | 1 | 1 | 1 |
| *Microcystis aeruginosa* Rütz. emend. Elenk. | 4 | 1 | 1 | 1 | — | — | 2 | 4 | — | — |
| *M. pulverea* (Wood) emend. Elenk. | 5 | 3 | 2 | 3 | 2 | 1 | 2 | 4 | — | 1 |
| *M. Grevillei* (Hass.) Elenk. | — | 1 | 1 | — | — | — | — | — | — | — |
| *M. Grevillei* f. *pulchra* (Kütz.) Elenk. | — | — | — | 1 | — | — | — | — | — | — |
| *Gloeocapsa turgida* (Kütz.) Hollerb. | — | — | — | — | — | — | — | 1 | — | — |
| *G. minuta* (Kütz.) Hollerb. | — | 1 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *G. limnetica* (Lemm.) Hollerb. | 2 | — | 1 | — | — | 1 | 1 | 2 | — | — |
| *G. minor* (Kütz.) Hollerb. | — | — | 1 | — | — | — | 1 | — | — | — |
| *Gloeocapsa* sp. | — | — | — | — | — | — | — | 1 | — | — |
| *Coelosphaerium dubium* Grun. | 1 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *C. Kützingianum* Näg. | 1 | 2 | 2 | 1 | — | — | 2 | 2 | — | — |
| *Gomphosphaeria lacustris* Chod. | — | 1 | 1 | — | — | — | 2 | 1 | — | — |
| *Snowella rosea* (Snov.) Elenk. | — | 1 | 1 | — | — | — | — | — | — | — |
| *Woronichinia Naegeliana* (Ung.) Elenk. | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 2 | 4 | 5 | — | 1 |
| *Anabaena contorta* Bachm. Geitl. | 1 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *A. spiroides* Kleb. | 1 | — | — | 1 | — | — | 3 | 1 | — | — |
| *A. spiroides* f. *Woronichiniana* Elenk. | — | — | 1 | — | — | — | — | — | — | — |
| *A. Scheremetievi* Elenk. | — | — | 1 | — | — | — | — | — | — | — |
| *A. flos-aquae* (Lyngb.) Breb. | — | — | 1 | — | — | — | — | — | — | — |
| *A. Hassalii* (Kütz.) Wittr. | 1 | — | 2 | — | — | — | — | — | — | — |
| *A. Lemmermannii* P. Richt. | 3 | 3 | 1 | 2 | — | — | — | — | — | — |
| *Anabaena* sp. | 2 | 4 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 3 | — | 1 |
| *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 2 | 2 | 2 | 1 |
| *Rivularia?* | — | — | — | — | — | — | — | 1 | — | — |
| *Oscillatoria limosa* Ag. | 1 | 1 | — | 1 | — | 1 | 3 | 1 | 4 | 3 |
| *O. curviceps* Ag. | — | — | 1 | — | — | — | 2 | — | — | — |
| *O. chlorina* (Kütz.) Gom. | — | — | — | — | 1 | — | — | — | — | — |
| *O. Mougeotii* (Kütz.) Forti | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | — | — |
| *O. tenuis* Ag. | — | — | 1 | — | — | — | 2 | — | — | — |
| *O. nigra* Vauch. | — | — | 2 | — | — | — | — | — | — | — |
| *O. ingrica* Woronich. | 2 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| *O. terebriformis* (Ag.) Elenk. | — | — | — | 2 | — | — | — | — | 4 | 2 |
| *O. ornata* Kg. | 2 | 1 | 1 | — | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 |
| *Oscillatoria* sp. | — | — | — | — | — | — | — | — | 3 | — |
| *Lyhgbya endophytica* Elenk. et Hollerb. | 3 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 4 | 4 | — | 2 |
| ***Chrysophyta*** | | | | | | | | | | |
| *Chrysopyxis* sp. | 1 | — | — | — | 1 | — | — | — | — | — |
| *Mallomonas producta* Iwan. | — | 1 | — | — | — | — | 2 | 1 | — | — |
| *M. acaroides* Perty | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *M. caudata* Iwan. | — | — | 1 | — | — | — | 1 | 1 | — | 1 |
| *Mallomonas* sp. | 1 | — | — | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | — | — |
| *Synura uvella* Ehr. emend. Korsch. | 1 | 1 | — | 1 | 1 | — | — | — | — | — |
| *Pseudosynura uroglenopsis* J. Kiss. | — | — | — | 1 | — | 3 | 2 | — | — | — |

ТАБЛИЦА 1 (*продолжение*)

| Водоросли | р. Нева | | | | Притоки | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | исток | у Славянки | у Смольного | устье | Черная | Мойка | Мга | Тосна | Ижора | Славянка |
| *Synochromonas gracilis* Korsch. | — | — | — | — | — | — | 1 | — | — | — |
| *Uroglenopsis americana* Lemm. | 2 | 2 | 1 | 1 | — | — | 1 | — | — | — |
| *Uroglena Troitzkajae* Korsch. | — | — | — | — | 1 | — | — | — | — | — |
| *Dinobryon sertularia* Ehr. | — | — | 3 | — | — | — | — | — | — | — |
| *D. cylindricum* v. *palustre* Lemm. | — | — | 1 | — | — | — | — | — | — | — |
| *D. cociale* Ehr. | 1 | — | 3 | — | 4 | — | — | — | — | — |
| *D. sociale* v. *stipitatum* (Stein) Lemm. | 2 | 3 | — | 3 | — | — | — | 2 | — | — |
| *D. bavaricum* Imh. | — | — | 2 | — | — | — | — | — | — | — |
| *D. divergens* Imh. | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 5 | 1 | 1 |
| *Stylopyxis mucicola* Boloch. | — | 1 | — | — | 2 | — | — | — | — | — |
| ***Bacillariophyta*** | | | | | | | | | | |
| *Melosira varians* Ag. | 1 | 1 | 1 | 1 | — | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 |
| *M. Binderana* Kütz. | 1 | — | 1 | — | — | — | — | 1 | — | — |
| *M. islandica* O. Müll. | 6 | 6 | 6 | 6 | 3 | 5 | 3 | 3 | 2 | 2 |
| *M. islandica* f. *curvata* O. Müll. | — | — | 1 | — | — | — | — | — | — | — |
| *M. distans* (Ehr.) Kütz. | — | — | 2 | — | — | — | — | — | — | — |
| *M. granulata* (Ehr.) Ralfs | 1 | 1 | — | 1 | 2 | 1 | 5 | 6 | — | — |
| *M. granulata* (Ehr.) v. *angustissima* (O. Müll.) Hust. | 1 | 1 | — | 1 | 2 | 1 | — | — | — | — |
| *M. italica* (Ehr.) Kütz. | — | — | 3 | — | 1 | 1 | — | — | — | — |
| *Cyclotella Kützingiana* Thw. | 2 | 3 | 3 | 2 | — | — | — | 1 | — | — |
| *C. comta* (Ehr.) Kütz. | 1 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *Cyclotella* sp. | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 1 | 4 | 2 |
| *Stephanodiscus astrea* (Ehr.) Grun. | 1 | 1 | 2 | 1 | — | — | 1 | — | — | — |
| *Rhizosolenia longiseta* Zacharias | 2 | 2 | 3 | 1 | — | — | — | — | — | — |
| *Rh. eriensis* H. L. Sm. | — | — | 2 | — | — | — | — | — | — | — |
| *Attheya Zachariasii* Brun | 4 | 1 | 2 | 1 | — | 1 | 4 | 4 | — | — |
| *Tabellaria fenestrata* (Lyngb.) Kütz. | 5 | 5 | 4 | 2 | 5 | 4 | 3 | 3 | 1 | 2 |
| *T. fenestrata* v. *geniculata* Cl. | 1 | 2 | 1 | 1 | — | — | — | — | — | — |
| *T. flocculosa* (Roth.) Kütz. | 5 | 3 | 2 | 3 | 2 | 4 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| *Meridion circulare* Ag. | — | — | 1 | 1 | 1 | — | 1 | 1 | — | 5 |
| *Diatoma vulgare* Bory | — | — | 1 | 1 | — | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| *D. elongatum* (Lyngb.) Ag. | 2 | 2 | 3 | 2 | — | 3 | 1 | 1 | 3 | 3 |
| *D. elongatum* f. *actinastroides* (Krieg) Pr.-Lavr. | — | — | — | — | — | — | — | 1 | — | — |
| *Opephora?* | — | — | — | — | — | — | 3 | 2 | — | — |
| *Fragilaria crotonensis* Kitt. | 4 | 4 | 2 | 4 | 2 | 2 | 4 | 4 | — | — |
| *F. capucina* Desm. | 4 | 3 | 2 | 4 | 1 | 3 | 4 | 2 | 1 | 1 |
| *Fragilaria* sp. | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| *Synedra actinastroides* Lemm. | 1 | — | 1 | — | — | — | 1 | 2 | — | — |
| *S. ulna* (Nitzsch.) Ehr. | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 4 | 3 | 5 | 4 | 6 |
| *S. acus* Kütz. | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 6 | 4 | 4 | 4 | 6 |
| *Asterionella formosa* Hass. | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 5 | 5 | 5 | 3 | 3 |
| *Eunotia* sp. | — | — | — | — | 1 | 4 | 4 | 3 | — | — |
| *Cocconeis pediculus* Ehr. | 1 | 1 | — | 1 | — | 1 | — | — | 2 | 2 |
| *C. placentula* Ehr. | — | — | 1 | — | — | — | — | — | — | — |
| *Achnanthes minutissima* Kütz. | — | — | 1 | — | 2 | 4 | 3 | — | 1 | 5 |
| *Diploneis* sp. | — | — | 1 | — | — | — | — | — | — | — |
| *Amphipleura pellucida* Kütz. | — | — | 1 | — | — | — | — | — | — | — |
| *Stauroneis* sp. | — | — | 1 | — | — | — | — | — | — | — |
| *Navicula* sp. | — | — | 1 | 1 | — | — | — | 1 | — | — |
| *Pinnularia viridis* (Nitzsch.) Ehr. | 2 | 3 | 1 | 2 | 2 | 3 | 4 | 4 | 2 | 5 |
| *Pinnularia* sp. | — | — | 1 | — | — | 1 | 1 | 1 | — | — |
| *Neidium dubium* (Ehr.) Cl. | — | — | 1 | — | — | — | — | 1 | — | — |
| *Caloneis* sp. | — | — | 1 | — | — | — | — | — | — | — |
| *Gyrosigma* sp. | — | — | 1 | — | — | — | — | — | — | 1 |
| | 1 | — | 1 | 1 | — | — | 1 | 1 | — | — |



ТАБЛИЦА 1 (*продолжение*)

| Водоросли | р. Нева | | | | Притоки | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | исток | у Славянки | у Смольного | устье | Черная | Мойка | Мга | Тосна | Ижора | Славянка |
| *Cymbella ventricosa* Kütz. | 1 | 1 | 1 | — | — | — | — | 1 | — | — |
| *Cymbella* sp. | 1 | 2 | 1 | 1 | — | 1 | 2 | — | 1 | — |
| *Didymosphenia geminata* (Lyngb.) M. Schmidt | — | — | 1 | — | — | — | — | — | — | — |
| *Gomphonema acuminatum* Ehr. | — | — | — | — | — | 1 | 2 | — | — | — |
| *Gomphonema* sp. | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 3 | 1 | — | 3 |
| *Epithemia turgida* (Ehr.) Kütz. | — | 1 | — | — | 1 | — | — | — | — | — |
| *Nitzschiaceae* sp. | — | — | 1 | — | — | — | — | — | — | — |
| *Cymatopleura solea* (Breb.) W. Sm. | 1 | 1 | 2 | 2 | — | — | 1 | — | — | — |
| *C. elliptica* (Breb.) W. Sm. | 1 | 2 | 1 | 2 | — | — | 1 | — | — | — |
| *Surirella biseriata* Breb. | — | — | 1 | — | — | — | — | — | — | — |
| *S. linearis* W. Sm. | — | 1 | 1 | — | — | 1 | 1 | — | — | — |
| *S. robusta* Ehr. | 1 | 1 | 1 | — | — | — | 1 | 1 | — | — |
| *S. robusta* f. *splendida* Ehr. | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 4 |
| *S. ovata* Kütz | — | 1 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *Campylodiscus clypeus* Ehr. | — | — | 1 | — | — | — | — | — | — | — |
| *Pennatae* sp. | 1 | 1 | 1 | 2 | — | 2 | 3 | 1 | 2 | 6 |
| ***Xanthophyta*** | | | | | | | | | | |
| *Botryococcus Braunii* Kütz. | 1 | 3 | 1 | — | 1 | 1 | 2 | 2 | — | — |
| *Tribonema depauperatum* (Wille) Woronich. | 4 | 5 | 4 | 6 | 3 | 5 | 5 | 3 | 2 | 3 |
| *Tribonema* sp. | — | — | — | — | — | — | 5 | 1 | — | — |
| ***Pyrrophyta*** | | | | | | | | | | |
| *Gymnodinium* sp. | — | — | 1 | — | — | — | — | — | 1 | — |
| *Peridinium cinctum* (O. F. M.) Ehr. | — | — | 1 | — | — | — | — | — | — | — |
| *Peridinium* sp. | 1 | — | 1 | — | 1 | — | 2 | — | — | — |
| *Ceratium hirundinella* (O. F. M.) Bergh. | 3 | 2 | 2 | 2 | 4 | — | 4 | 4 | 1 | 1 |
| *Peridineae* sp. | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | — | 1 |
| ***Euglenophyta*** | | | | | | | | | | |
| *Trachelomonas volvocina* Ehr. | — | — | — | — | — | 2 | 2 | 1 | — | 3 |
| *T. Borodiniana* Swir. (?) | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 1 |
| *T. oblonga* Lemm. | — | — | — | — | — | 2 | 2 | 1 | — | 1 |
| *T. lacustris* Drez. emend. Balech. | — | — | — | — | — | — | — | 2 | — | — |
| *T. planctonica* Swir. | 1 | — | — | — | — | 1 | 2 | — | — | — |
| *T. similis* Stokes | — | — | — | — | — | — | — | 1 | — | — |
| *T. dubia* f. *lata* Defl. | — | — | 1 | — | — | — | — | 2 | — | 1 |
| *T. caudata* (Ehr.) Stein. | — | — | — | — | — | — | — | 2 | — | — |
| *Trachelomonas* sp. | — | — | — | — | 1 | 1 | 5 | 1 | 1 | 2 |
| *Strombomonas* sp. | 1 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *Eutreptia?* | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 1 |
| *Euglena viridis* Ehr. | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 3 |
| *Eu. acus* Ehr. | — | — | — | — | — | — | — | 1 | — | — |
| *Eu. longissima* Defl. | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 1 |
| *Euglena* sp. | — | 1 | — | — | 1 | — | 2 | 2 | 1 | 5 |
| *Lepocinclis ovum* (Ehr.) Mink. | — | — | — | — | — | 1 | — | — | — | 2 |
| *Lepocinclis* sp. | — | 1 | — | — | — | — | 2 | — | — | 1 |
| *Phacus caudatus* Hübner | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 1 |
| *Ph. orbicularis* Hübner | — | — | — | — | — | — | — | — | 2 | 3 |
| *Ph. longicauda* (Ehr.) Duj. | — | — | — | — | — | — | 1 | 1 | — | — |
| *Phacus* sp. | — | 1 | — | — | — | — | — | — | — | 3 |
| ***Volvocineae*** | | | | | | | | | | |
| *Chlamydomonas* sp. | — | — | — | — | — | — | 1 | — | — | — |
| *Spondylomorum quaternarium* Ehr. | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 1 |

ТАБЛИЦА 1 (*продолжение*)

| Водоросли | р. Нева | | | | Притоки | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | исток | у Славянки | у Смольного | устье | Черная | Мойка | Мга | Тосна | Ижора | Славянка |
| *Pandorina morum* (Müll.) Bory | 1 | 3 | 1 | 3 | 2 | 2 | 2 | — | 1 | 3 |
| *Eudorina elegans* Ehr. | 1 | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 1 | 2 | 3 |
| ***Protococcineae*** | | | | | | | | | | |
| *Pseudosphaerocystis planctonica* Woronich. | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 2 | 3 | 4 | — | — |
| *Stylosphaeridium stipitatum* (Bachm.) Geitl. | — | 2 | — | 2 | — | — | — | — | — | — |
| *Tetraspora limnetica* W. et W. | — | — | — | — | — | — | — | 1 | — | — |
| *Pediastrum tetras* (Ehrb.) Ralfs | — | — | 1 | — | — | — | — | — | — | — |
| *P. angulosum* (Ehr.) Menegh. | 1 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *P. Boryyanum* (Turp.) Menegh. | 2 | 1 | 2 | 1 | — | 1 | 1 | 3 | 2 | — |
| *P. duplex* Meyen | 1 | 2 | 1 | — | 1 | 1 | 1 | 3 | — | — |
| *P. duplex* f. *setigera* | 1 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *P. biradiatum* Meyen | 1 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *Chlorella* sp. | 3 | 1 | 2 | 3 | 3 | — | 1 | — | — | — |
| *Franceia* sp. | — | — | — | — | — | — | — | 1 | 1 | 5 |
| *Oocystis Borgei* Snow. | — | 1 | — | — | — | — | 1 | — | — | — |
| *O. pelagica* Lemm. | — | — | 1 | — | — | — | — | — | — | — |
| *O. lacustris* Chod. | — | — | 1 | — | — | — | 1 | — | — | — |
| *Nephrocytium lunatum* West | — | — | 1 | — | — | — | — | — | — | — |
| *Ankistrodesmus arcuatus* Korschik. | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *A. closterioides* (Printz) Korschik. | — | — | 1 | — | — | — | — | — | — | 1 |
| *A. falcatus* (Corda) Ralfs | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | — | 1 | 1 | 1 | 2 |
| *Ankistrodesmus* sp. | — | — | — | — | 1 | 1 | 2 | — | — | — |
| *Kirchneriella lunaris* (Kirchn.) Moeb. | 1 | — | 1 | 2 | — | — | — | — | — | — |
| *K. intermedia* Korschik. | 1 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *K. contorta* v. *gracillima* Bohl.) Chod. | — | — | 1 | — | — | — | — | — | — | — |
| *Sphaerocystis Schroeteri* Chod. | 4 | 4 | — | 3 | — | — | 1 | — | — | — |
| *Dictyosphaerium pulchellum* Wood. | 1 | 3 | 1 | 3 | — | — | 1 | 2 | — | — |
| *D. Ehrenbergianum* Naeg. | — | 2 | 1 | 1 | — | — | — | — | — | — |
| *Coelastrum microporum* Naeg. | 1 | 1 | 1 | — | — | — | — | 1 | — | 1 |
| *Crucigenia tetrapedia* (Kirchn.) W. et W. | — | — | — | — | — | — | 1 | — | — | — |
| *C. qudrata* Morren | 1 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *C. rectangularis* (A. Br.) Gay | — | — | 1 | — | — | — | — | — | — | — |
| *Scenedesmus obliquus* (Turp.) Kütz. | 1 | 1 | 1 | 1 | — | — | — | 1 | 1 | — |
| *S. acuminatus* (Lagerh.) Chod | 1 | — | 1 | — | — | — | — | — | 1 | — |
| *S. acuminatus* v. *biseriatus* Reinh. | — | — | — | — | — | — | — | — | 1 | 2 |
| *S. acuminatus* v. *Bernardii* (Smith.) Deduss. | — | — | 1 | — | — | — | — | — | — | — |
| *S. bijugatus* (Turp.) Kütz. | — | — | — | — | 1 | — | 1 | — | — | 1 |
| *S. acuciformis* Schroed. | — | — | — | — | — | — | — | — | 2 | — |
| *S. quadricauda* (Turp.) Breb. | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| *S. opoliensis* Richt. | — | — | 1 | — | — | — | — | — | — | — |
| ***Ulothrichales*** | | | | | | | | | | |
| *Ulothrix* sp. (прим. *zonata*) Kütz. | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| *Stigeoclonium* sp. (не ветвящийся) | — | — | 1 | — | — | 4 | 2 | — | 1 | — |
| *Draparnaldia* sp. | — | — | — | — | 3 | 2 | — | — | 1 | — |
| *Oedogonium* sp. | — | — | — | 1 | — | — | — | 1 | — | — |
| *Cladophora* sp. | 2 | — | 1 | 1 | — | — | 1 | 1 | 1 | 3 |



ТАБЛИЦА 1 (*продолжение*)

| Водоросли | р. Нева | | | | Притоки | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | исток | у Славянки | у Смольного | устье | Черная | Мойка | Мга | Тосна | Ижора | Славянка |
| ***Desmidiales*** | | | | | | | | | | |
| *Closterium pronum* Breb. | 1 | 1 | 1 | — | — | — | 1 | 1 | — | 1 |
| *C. pronum* v. *brevius* f. *sigmoideum* Woronich. | — | 1 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *C. lanceolatum* Kütz. | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 4 |
| *C. littorale* Gay? | — | 1 | — | — | — | 3 | 1 | — | — | — |
| *C. siliqua* W. et G. West | — | — | 1 | — | — | — | — | — | — | — |
| *C. acerosum* (Schrank) Ehrenb. | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 1 |
| *C. Leibleinii* Kütz. | 1 | — | — | — | — | 1 | 1 | 1 | — | 3 |
| *C. moniliferum* (Bory) Ehrenb. | — | — | — | — | — | — | — | 1 | — | — |
| *C. moniliferum* v. *concavum* Klebs | — | — | — | — | 2 | 1 | 2 | — | — | — |
| *C. Ehrenbergii* Menegh. | — | 1 | — | — | — | 1 | 1 | — | — | 1 |
| *C. lineatum* Ehrenb. | — | — | — | — | — | 3 | 2 | — | — | — |
| *C. Küetzingii* Breb. | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | — | — |
| *C. rostratum* Ehr. f. *brevirostratum* (W. et West) Kossinsk. | — | — | — | — | — | — | — | 1 | — | — |
| *C. macilentum* Breb. | — | — | — | — | — | — | 1 | — | — | — |
| *Closterium* sp. | — | — | — | 1 | — | — | 2 | — | — | — |
| *Docidium baculum* Breb. | — | — | — | — | 1 | — | — | — | — | — |
| *Pleurotaenium trabecula* (Ehr.) Näg. | — | — | — | — | — | — | — | 1 | — | — |
| *P. trabecula* f. *crassum* Wittr. | 1 | — | — | — | — | — | — | — | — | 1 |
| *P. coronatum* (Breb.) Rabenh. | — | — | — | — | — | — | 1 | — | — | — |
| *Euastrum verrucosum* Ehrenb. | — | — | 1 | — | — | — | — | — | — | — |
| *Cosmarium undulatum* Corda | | — | 1 | — | — | — | — | — | — | — |
| *C. subtumidum* Nordst. | — | — | 1 | — | — | — | — | — | — | — |
| *C. Turpinii* Breb. | — | 1 | 1 | — | — | — | — | — | — | — |
| *C. botrytis* Menegh. | — | — | 1 | — | — | 1 | 1 | 1 | — | 1 |
| *C. abbreviatum* Racib. | — | 1 | 1 | 1 | 1 | — | — | 1 | — | 1 |
| *C. contractum* W. et West | — | — | 1 | — | — | — | — | — | — | — |
| *C. subcrenatum* Hantzsch. | — | — | 1 | — | — | — | — | — | — | — |
| *Cosmarium* sp. | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 1 |
| *Xanthidium antilopeum* (Breb.) Kütz. | — | 1 | 1 | — | — | — | — | — | — | — |
| *Staurastrum alternans* Breb. | — | — | — | — | — | — | 1 | — | — | — |
| *S. cuspidatum* Breb. | — | — | 1 | — | — | — | — | — | — | — |
| *S. lunatum* Ralfs v. *planctonicum* W. et W. | 2 | 2 | 1 | 1 | — | — | 1 | 2 | — | — |
| *S. paradoxum* Meyen | 2 | 1 | 2 | — | — | 1 | 1 | 2 | — | — |
| *S. arachne* Ralfs v. *curvatum* W. et W. | — | 1 | — | — | — | — | — | — | 4 | — |
| *S. jaculiferum* West. | — | 1 | 1 | 1 | — | — | 1 | 2 | — | — |
| *S. echinatum* Breb. | 1 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *S. ophiura* Lund | — | — | 1 | — | — | — | — | — | — | — |
| *S. pseudopelagicum* W. et W. | 1 | — | — | — | — | — | 1 | — | — | — |
| *Spondylosium pulchellum* Arch. | — | — | 1 | — | — | — | — | — | — | — |
| *S. planum* (Wolle) W. et West. | 1 | 1 | 2 | 1 | — | — | 1 | — | 2 | — |
| *Desmidium schwartzii* Ag. | — | — | — | — | — | — | — | 1 | — | — |
| *Arthrodesmus incus* (Breb.) Hass. | — | — | 1 | — | — | — | — | — | — | — |
| ***Zygnemales*** | | | | | | | | | | |
| *Spirogyra* sp. | 2 | 1 | 2 | 1 | — | — | 4 | 1 | 1 | 4 |
| *Mougeotia* sp. | 2 | 1 | 1 | — | 1 | 1 | 2 | — | 1 | 2 |
| ***Rhodophyta*** | | | | | | | | | | |
| *Batrachospermum* sp | — | 1 | — | — | — | — | — | — | — | — |

Для количественного анализа 1.5—2.5 л воды профильтровывалось через мембранные «предварительные» фильтры. Подсчет водорослей производился в счетной камере объемом 0.01 см³.

Почти весь материал обрабатывался после фиксации его формалином и лишь немногие пробы — в живом состоянии.

По количеству форм все определенные нами водоросли распределяются по отдельным группам следующим образом: синезеленые — 40, золотистые — 17, диатомовые — более 60 (при обработке этой группы не была применена специальная, необходимая для ее определения методика, и поэтому многие виды, особенно из *Pennatae*, остались неопределенными), желтозеленые — 3, пиррофитовые — 4 (в этой группе некоторые виды не были определены), эвгленовые — 22, вольвоксовые — 5, протококковые — 39, улотриксовые — 6, десмидиевые — 43, зигнемовые — 2, красные — 1.

В табл. 1 представлены все определенные нами водоросли с указанием их распределения по разным пунктам и частоты встречаемости.

Частота встречаемости определялась по следующей системе:

6 — масса (в каждом поле зрения много);
5 — много (в каждом поле зрения);
4 — немного (не во всех полях зрения);
3 — мало (в немногих полях зрения);
2 — очень мало (в каждом препарате единичные экземпляры);
1 — единично (единичные экземпляры в пробе).

Все водоросли по роли, которую они играют в планктоне Невы и ее притоков, и по частоте их встречаемости можно разделить на следующие группы:

1. Постоянно встречающиеся, более или менее массовые в разные сезоны года. Таких форм только 19, но они и составляют основную массу фитопланктона. К этой группе относятся *Microcystis pulverea* (Wood.), *Woronichinia Naegeliana* (Ung.) Elenk., *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs, *Oscillatoria ingrica* Woronich., *Melosira islandica* O. Müll., *M. granulata* (Ehr.) Ralfs, *Cyclotella* sp., *Tabellaria fenestrata* (Lyngb.) Kütz., *T. flocculosa* (Roth.) Kütz, *Fragilaria crotonensis* Kitt., *F. capucina* Desm., *Synedra ulna* (Nitzsch.) Ehr., *S. acus* Kütz., *Asterionella formosa* Hassall., *Dinobryon divergens* Imh., *D. sociale* v. *stipitatum* (Stein.) Lemm., *Tribonema depauperatum* (Wille) Woronich., *Ceratium hirundinella* (O. F. Müll.) Rergh., *Pseudosphaerocystis planctonica* Woronich.

2. Встречающиеся часто, но почти всегда в малых количествах или единичными экземплярами. Таких форм 42.

3. Встречающиеся редко и только единичными экземплярами — все остальные и, следовательно, наибольшее число видов относится к водорослям редким, встречающимся только единично.

Состав этих групп несколько различен в Неве и в притоках, хотя в приустьевых районах последних большинство форм — общие с Невой.

## Фитопланктон р. Невы

Равномерность распределения невского фитопланктона отмечается всеми авторами и является весьма характерной его чертой. Быстрота, с которой он проносится по Неве, не дает ему возможности измениться заметным образом.

По нашим материалам можно назвать единичные формы, развитие которых различно в истоке и в устье. Это синезеленые *Microcystis aeruginosa*, *M. pulverea* и *Anabaena* (все виды), диатомовые *Attheya Zachariasii*, *Tabellaria flocculosa* и протококковая *Sphaerocystis Schroeteri*, которые только в истоке иногда развиваются в значительном количестве, тогда



как в других районах Невы всегда встречались лишь немногими экземплярами. Это формы, характерные в основном для стоячих и медленно текучих вод.

Наиболее массовыми, определяющими общий характер невского фитопланктона, являются некоторые виды диатомовых, золотистых, протококковых, желтозеленых и синезеленых водорослей. Пиррофитовые, эвгленовые, вольвоксовые и десмидиевые не играют здесь сколько-нибудь заметной роли.

Из диатомовых самыми массовыми, в отдельные годы весной и осенью развивающимися до 1000 и более клеток в 1 мл воды, являются только два вида — *Melosira islandica* и *Asterionella formosa* (Раскина, 1963). *Tabellaria fenestrata*, *T. flocculosa*, *Fragilaria crotonensis*, *F. capucina*, *Synedra acus*, *Cyclotella* развиваются нередко в заметном количестве, однако численность их никогда не превышает несколько десятков в 1 мл воды.

Из золотистых только *Dinobryon divergens* — один из массовых видов невского фитопланктона; численность его в летнее время достигает нескольких сот клеток в 1 мл. Иногда летом довольно много бывает и *Dinobryon sociale* v. *stipitatum* и изредка — *Uroglenopsis americana* и *Synura uvella*. Однако в последние годы эти два вида встречаются очень редко.

Из протококковых только *Pseudosphaerocystis planctonica* может быть назван массовым видом невского фитопланктона. Летом численность его достигает 100—150 клеток в 1 мл. Часто, но всегда единичными экземплярами встречаются *Pediastrum Boryanum*, *P. duplex*, *Ankistrodesmus falcatus*, *Dictyosphaerium pulchellum*, *Scenedesmus obliquus*, *S. quadricauda*, *Sphaerocystis Schroeteri*, все же остальные протококковые — очень редко и всегда единично.

Из желтозеленых массовым видом является *Tribonema depauperatum*, но численность ее редко достигает 100 клеток в 1 мл.

Из синезеленых наиболее обычными и часто встречающимися в заметном количестве являются *Woronichinia Naegeliana*, *Aphanizomenon flos-aquae*, *Microcystis pulverea* и *Oscillatoria ingrica*, но ни разу, кроме *Woronichinia* и *Oscillatoria*, они не были встречены в значительном количестве.

Если изменения фитопланктона по всей длине Невы почти незаметны, то весьма значительны сезонные его изменения. Особенно резко меняется численность массовых форм (табл. 2).

Зимой все находящиеся в планктоне водоросли встречаются единичными экземплярами. Только иногда *Woronichinia Naegeliana*, *Melosira islandica*, *Synedra acus* и некоторые другие встречаются несколько чаще, с оценкой 2 по приведенной выше системе. Такое положение, как правило, длится до середины апреля.

Следует отметить, что, если количественно все формы водорослей представлены зимой слабо, то качественный состав планктона нельзя назвать крайне бедным, и нами в Неве в это время было найдено более 40 видов.

В весеннем планктоне качественный состав водорослей богаче (около 60 видов). Отдельные виды встречаются уже нередко и в значительном количестве. Особенно большую роль играют здесь диатомовые *Melosira islandica* и *Asterionella formosa*, частота встречаемости которых достигает оценки 5 и даже 6. Цикл развития этих водорослей, представляющих собой весьма существенную помеху в работе Ленинградских водопроводных станций, был нами описан ранее (Раскина, 1963). В заметном количестве появляются *Tabellaria fenestrata*, *Fragilaria crotonensis*, *F. capucina*, *Tribonema depauperatum* (до оценки 4), затем *Microcystis pulverea*, *Woronichinia Naegeliana*, *Melosira italica*, *Tabellaria flocculosa*, *Synedra acus*, *Dinobryon divergens*, *Pseudosphaerocystis planctonica* (до оценки 3).

## ТАБЛИЦА 2

Распределение водорослей по сезонам года (цифры означают наименьшую и наибольшую частоту встречаемости)

| Водоросли | р. Нева | | | | Притоки | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | зима | весна | лето | осень | зима | весна | лето | осень |
| *Synechocystis endobiotica* | 1—2 | 1 | 1—3 | 2 | 1 | 2 | — | — |
| *Dactylococcopsis* | — | — | 1 | — | — | — | — | 1 |
| *Merismopedia tenuissima* | — | — | — | — | 2 | — | — | — |
| *M. punctata* | — | — | 1 | 1 | — | — | — | — |
| *M. glauca* | 1 | 1 | 1 | 1 | 1—2 | — | — | — |
| *Microcystis aeruginosa* | — | — | 1—4 | 1 | — | — | 1 | — |
| *M. pulverea* | 1 | 1—3 | 1—4 | 3—5 | 1 | 2 | — | — |
| *M. Grevillei* | 1 | 1 | — | 1 | — | — | 1 | 1 |
| *Gloeocapsa turgida* | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *G. minuta* | — | — | 1 | — | — | — | 1 | — |
| *G. limnetica* | — | — | 2 | — | — | — | — | — |
| *G. minor* | — | — | 1 | — | — | — | 1 | — |
| *Coelosphaerium dubium* | — | — | 1 | — | — | — | 1 | — |
| *G. Kützingianum* | 1 | 1 | 1 | 1—2 | 1 | — | — | — |
| *Gomphosphaeria lacustris* | — | — | 1 | — | — | — | — | — |
| *Snowella rosea* | — | — | 1 | — | — | — | — | — |
| *Woronichinia Naegeliana* | 2—3 | 1—3 | 1—4 | 1—4 | 1 | 2 | 1 | 2—4 |
| *Anabaena contorta* | — | — | — | 1 | — | — | — | — |
| *A. spiroides* | — | — | 1 | 1 | — | — | — | — |
| *A. Scheremetiewi* | — | — | — | 1 | — | — | — | — |
| *A. flos-aquae* | — | — | 1 | — | — | — | — | — |
| *A. Hassalii* | — | — | 1 | — | — | — | — | — |
| *A. Lemmermannii* | — | 1 | 2—3 | 3 | — | — | — | — |
| *Aphanizomenon flos-aquae* | 1 | 1 | 1—4 | 2—4 | 1 | 4 | 1—2 | 2—4 |
| *Oscillatoria limosa* | — | — | 1 | — | 1 | — | 1—4 | 1—3 |
| *O. curviceps* | — | — | 1 | — | — | — | — | — |
| *O. chlorina* | — | — | — | — | 1 | — | — | — |
| *O. Mougeotia* | 1 | 1 | 1 | — | 1 | 2 | 1 | 1 |
| *O. tenuis* | — | — | — | — | — | — | — | 2—3 |
| *O. terebriformis* | — | — | 2 | — | — | 1—2 | 1—4 | — |
| *O. ingrica* | 1 | 2—1 | 1 | 1 | — | — | — | 3 |
| *O. ornata* | — | — | — | — | — | — | 3 | — |
| *Batrachospermum* sp. | — | — | 1 | — | — | — | — | — |
| *Melosira varians* | 1 | — | 1 | 1 | 1 | — | 1—2 | 1—2 |
| *M. Binderana* | — | — | 1 | — | — | — | 1 | — |
| *M. islandica* | 1—2 | 4—6 | 2—4 | 2—5 | 1—3 | 2—3 | 1—2 | 1—5 |
| *M. distans* | — | — | 1 | — | — | — | — | — |
| *M. granulata* | 1 | 1 | 1 | — | — | 1—2 | 1—6 | 1—5 |
| *M. italica* | — | 1—3 | — | — | — | — | — | — |
| *Cyclotella Kützingiana* | — | 2 | 1 | 2 | 1 | — | — | — |
| *C. comta* | — | — | — | 1 | — | — | — | — |
| *Cyclotella* sp. | 1—2 | 2—3 | 1—3 | 1 | 1 | 1—2 | 1—4 | 1—2 |
| *Stephanodiscus astrea* | — | — | 1 | 1 | — | — | — | — |
| *Rhizosolenia longiseta* | — | — | 1—2 | 1 | — | — | — | — |
| *Rh. eriensis* | — | — | 1 | — | — | — | — | — |
| *Attheya Zachariasii* | — | — | 1—4 | 2 | — | — | 1 | — |
| *Tabellaria fenestrata* | 1 | 2—4 | 2—5 | 2—4 | 1 | 2—4 | 1—4 | 1—3 |
| *T. flocculosa* | 1 | 1—3 | 1—2 | 2—5 | 1 | 1—4 | 1—3 | 1—2 |
| *Meridion circulare* | — | 1 | — | — | 1—5 | 1 | 1 | — |
| *Diatoma vulgare* | — | — | 1 | — | 1 | 1—2 | 1 | 1 |
| *D. elongatum* | 1 | 2 | 2—3 | 1 | 1—2 | 1—3 | 1—3 | 3 |
| *Fragilaria crotonensis* | — | 1—3 | 3—4 | 4 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| *F. capucina* | — | 1—4 | 1—2 | 3—4 | 1 | 1—2 | 1—3 | 1—4 |
| *Fragilaria* sp. | 1 | 1—2 | 1—2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 |
| *Synedra actinastroides* | — | — | — | 1 | — | — | 2 | — |
| *S. ulna* | 1 | 1—2 | 1—3 | 1—3 | 1—3 | 2—6 | 1—5 | 1—3 |
| *S. acus* | 1—2 | 1—3 | 1—3 | 3 | 1—4 | 3—6 | 1—4 | 2—6 |
| *Asterionella formosa* | 1—2 | 5—6 | 4—6 | 4—5 | 1 | 1—6 | 1—5 | 1—4 |



ТАБЛИЦА 2 (*продолжение*)

| Водоросли | р. Нева | | | | Притоки | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | зима | весна | лето | осень | зима | весна | лето | осень |
| *Cocconeis pediculus* | — | — | 1 | 1 | 2 | — | 1 | 1 |
| *C. placentula* | — | — | 1 | — | — | — | — | — |
| *Achnanthes minutissima* | — | — | — | — | 1 | 3 | 2 | 2—5 |
| *Stauroneis* sp. | — | — | 1 | — | — | — | — | — |
| *Navicula* sp. | 1 | 1—2 | 1—2 | 2—3 | 1—4 | 2—4 | 1—4 | 1—5 |
| *Pinnularia* sp. | — | — | 1 | 1 | — | 1 | — | — |
| *Eunotia* sp. | — | — | — | — | — | 3 | 3—4 | — |
| *Gyrosigma* sp. | — | 1 | 1 | — | — | — | — | 1 |
| *Cymbella* sp. | — | 1 | 1 | 1 | 1 | 1—2 | 1 | 1 |
| *Gomphonema acuminatum* | — | — | — | — | — | 1 | — | — |
| *Gomphonema* sp. | 1 | 1 | 1 | 1 | 1—3 | 1—3 | 1—4 | 1 |
| *Epithemia turgida* | — | 1 | — | — | — | — | — | — |
| *Cymatopleura solea* | 1 | 1—2 | 1 | — | — | — | — | 1 |
| *C. elliptica* | 1 | 1—2 | 1 | 1—2 | — | — | — | 1 |
| *C. linearis* | — | — | — | — | — | — | — | 1 |
| *C. robusta* | — | 1 | 1 | — | 1—4 | — | — | 1 |
| *Chrysopyxis* sp. | — | — | — | — | — | — | — | 1 |
| *Mallomonas producta* | — | — | — | 1 | — | — | — | — |
| *M. acaroides* | — | — | — | — | — | — | 1—2 | — |
| *Mallomonas* sp. | — | 1 | 1 | — | — | 1 | 1 | — |
| *Pseudosynura uroglenopsis* | — | — | 1 | — | — | — | 1—3 | 2 |
| *Synochromonas gracilis* | — | — | — | — | — | — | 1 | — |
| *Uroglenopsis americana* | — | — | 1 | 2 | — | — | 1 | 1 |
| *Uroglena Troitzkajae* | — | — | — | — | — | — | — | 1 |
| *Dinobryon sertularia* | — | — | 1 | — | — | — | — | — |
| *D. cylindricum* | — | — | 1 | — | — | — | — | — |
| *D. sociale* | — | 2—3 | 2—4 | 1 | — | 4 | 1 | — |
| *D. divergens* | — | 2—3 | 2—5 | 3—4 | — | 1—5 | 1—4 | 1—3 |
| *Stylopyxis mucicola* | — | 1 | — | — | — | — | — | 2 |
| *Synura uvella* | — | 1 | 1 | 1 | — | — | — | 1 |
| *Botryococcus Braunii* | — | 1 | 1 | 3 | — | 1 | 1 | 1 |
| *Tribonema depauperatum* | 1—2 | 2—4 | 2—5 | 3—6 | 1—2 | 1—3 | 1—3 | 1—5 |
| *Gymnodinium* sp. | — | — | 1 | — | — | — | — | — |
| *Peridinium* sp. | — | — | 1 | — | — | 1 | 1 | 1 |
| *Ceratium hirundinella* | — | 1—2 | 2—3 | 1 | — | 4 | 1—4 | 1 |
| *Peridineae* sp. | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| *Trachelomonas volvocina* | — | — | — | — | — | — | 1—3 | — |
| *T. oblonga* | — | — | — | — | — | 1 | 1—2 | — |
| *T. planctonica* | 1 | — | 1 | — | — | — | 1 | — |
| *T. sinilis* | — | — | — | — | — | — | 1 | — |
| *T. dubia* | — | — | — | — | — | — | 1 | — |
| *T. caudata* | — | — | — | — | — | 1—3 | — | — |
| *Trachelomonas* sp. | — | — | — | — | — | 1 | 1 | — |
| *Euglena viridis* | — | — | — | — | — | — | 1 | — |
| *Eu. acus* | — | — | 1 | — | 1 | 1—5 | 1—5 | 1 |
| *Euglena* sp. | — | — | — | — | — | 1 | 1 | — |
| *Eu. longissima* | — | — | — | — | 1 | 1—2 | 1—2 | 1 |
| *Trachelomonas* sp. | — | — | — | — | — | — | 2 | — |
| *Lepocinelus ovum* | — | — | — | — | — | 1 | — | — |
| *Lepocinelus* sp. | — | — | — | — | — | — | 1 | — |
| *Phacus caudatus* | — | — | — | — | — | — | 1—3 | — |
| *Ph. orbicularis* | — | — | — | — | — | — | 1 | — |
| *Ph. longicauda* | — | — | — | — | — | 1—3 | — | — |
| *Phacus* sp. | — | — | — | — | — | — | 1 | — |
| *Chlamydomonas* sp. | — | — | — | — | — | — | 1 | — |
| *Spondylosium quaternarium* | — | 1 | — | 3 | — | 2—5 | 1 | 2 |
| *Pandorina morum* | — | 1 | 1 | 3 | — | 1—3 | 1—2 | 1—3 |
| *Eudorina elegans* | 1 | 1 | 2—4 | 4 | — | 2—3 | 1 | 2—3 |
| *Pseudosphaerocystis planctonica* | — | 3 | — | 2 | — | — | — | — |
| *Stylosphaeridium stipitatum* | — | — | — | — | — | — | 1 | — |
| *Tetraspora limnetica* | — | — | | | | | | |



12 Заказ № 727

ТАБЛИЦА 2 (*продолжение*)

| Водоросли | р. Нева | | | | Притоки | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | зима | весна | лето | осень | зима | весна | лето | осень |
| *Pediastrum tetras* | — | — | 1 | — | — | — | — | — |
| *P. angulosum* | — | — | 1 | 1 | — | — | — | — |
| *P. Boryanum* | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | — | — | — |
| *P. duplex* | — | — | 1 | 1 | — | — | 1—2 | — |
| *P. biradiatum* | — | — | 1 | — | — | 1 | 1 | 1 |
| *Chlorella?* | 1 | 1 | 1—2 | 1 | — | — | 1 | 1 |
| *Franceia* sp. | — | — | — | — | — | 2 | 1—5 | — |
| *Oocystis Borgei* | — | — | 1 | — | — | — | 1 | 3 |
| *O. pelagica* | — | — | 1 | — | — | — | — | — |
| *O. lacustris* | — | — | 1 | — | — | — | — | — |
| *Nephrocytium lunatum* | — | — | 1 | — | — | — | — | — |
| *Ankistrodesmus arcuatus* | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *A. closterioides* | — | — | 1 | — | — | 1 | 1 | — |
| *A. falcatus* | 1 | 1—2 | 1—2 | 1 | — | — | — | — |
| *Kirchneriella lunaris* | — | — | — | 1—2 | 1 | 1 | 1—2 | — |
| *K. intermedia* | — | — | 1 | — | — | — | — | 1 |
| *Sphaerocystis Schroeteri* | — | 1 | 3—4 | 2 | — | — | — | — |
| *Dictyosphaerium pulchellum* | — | 1 | 1 | 3 | — | — | — | — |
| *D. Ehrenbergianum* | — | — | — | 2 | — | — | — | 1 |
| *Coelastrum microporum* | 1 | — | 1 | — | — | — | — | 1 |
| *Crucigenia tetrapedia* | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *C. quadrata* | — | — | 1 | — | — | — | — | — |
| *C. rectangularis* | — | — | 1 | — | — | — | — | 1 |
| *Scenedesmus obliquus* | 1 | — | 1 | — | 1 | — | 1 | — |
| *S. acuminatus* | — | — | 1 | — | — | 1 | 1—2 | — |
| *S. bijugatus* | — | — | — | — | — | 1 | 1 | — |
| *S. acuciformis* | — | — | — | — | — | — | 2 | — |
| *S. quadricauda* | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1—2 | 1 |
| *S. opoliensis* | — | — | 1 | — | — | — | — | — |
| *Ulothrix* sp. | — | 1—2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1—4 | 3 |
| *Stigeoclonium* sp. | — | — | 2 | — | — | — | — | 1—4 |
| *Draparnaldia* sp. | — | — | — | — | — | 1—3 | — | — |
| *Oedogonium* sp. | — | — | 1 | — | — | — | — | 1 |
| *Cladophora sp.* | 1 | — | 1—2 | — | 1 | 3 | — | 1—3 |
| *Closterium pronum* | 1 | — | 1 | 1 | 1 | 1 | — | 1 |
| *C. lanceolatum* | — | — | — | — | — | 4 | — | — |
| *C. littorale?* | — | — | 1 | — | — | — | 1—3 | — |
| *C. acerosum* | — | — | — | — | — | — | — | 1 |
| *C. Leibleinii* | — | — | 1 | — | — | — | 1—3 | — |
| *C. moniliferum* | — | — | — | — | — | 1—4 | 1 | 1—2 |
| *C. Ehrenbergii* | — | — | — | 1 | — | — | — | 1 |
| *C. lineatum* | — | — | — | — | — | 3 | 2 | — |
| *C. Kützingii* | 1 | — | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1—2 |
| *C. rostratum* | — | — | — | — | — | 1 | — | — |
| *C. macilentum* | — | — | — | — | — | — | — | 1 |
| *Docidium baculum* | — | — | — | — | — | — | 1 | — |
| *Pleurotaenium trabecula* | — | 1 | — | — | — | 1—4 | 1—4 | — |
| *P. coronatum* | — | — | — | — | — | — | — | 1 |
| *Cosmarium subtumidum* | — | — | 1 | — | — | — | — | — |
| *C. Turpinii* | — | 1 | — | — | — | — | — | — |
| *C. botrytis* | — | — | 1 | — | — | 1 | 1 | 1 |
| *C. abbreviatum* | — | 1 | 1 | 1 | — | 1 | — | — |
| *C. contractum* | — | — | 1 | — | — | — | — | — |
| *C. subcrenatum* | — | — | 1 | — | — | — | — | — |
| *Xanthidium antilopeum* | — | — | — | 1 | — | — | — | — |
| *Staurastrum alternans* | — | — | — | — | — | — | 1 | — |
| *S. cuspidatum* | — | — | 1 | — | — | — | — | — |
| *S. lunatum* v. *planctonicum* | — | — | 1—2 | 1—2 | — | — | — | 1—4 |
| *S. paradoxum* | 1 | — | — | — | 1—3 | — | 1 | 1 |
| *S. arachne* v. *curvatum* | — | — | 1 | 1 | — | — | — | — |
| *S. jaculiferum* | — | — | 1 | — | — | — | — | — |



ТАБЛИЦА 2 (*продолжение*)

| Водоросли | р. Нева | | | | Притоки | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | зима | весна | лето | осень | зима | весна | лето | осень |
| *S. echinatum* | — | — | 1 | — | — | — | — | — |
| *S. pseudopelagicum* | — | — | 1 | 1 | — | — | — | 1 |
| *Spondylosium pulchellum* | — | — | — | — | — | — | — | 1 |
| *S. planum* | — | — | 1 | — | — | — | — | — |
| *Desmidium Schwastzii* | — | — | 1 | 1—2 | — | 1 | 1—4 | 1—4 |
| *Arthrodesmus incus* | 1 | 1 | 1 | 1 | — | 1 | 2 | 1 |
| *Spirogyra* sp. | 1 | — | 1 | 1—2 | — | 1 | 1 | — |
| *Mougeotia* sp. | — | — | — | 1 | — | — | — | — |

Такое состояние планктона продолжается в течение апреля, мая и, как правило, почти весь июнь.

Летом, в июле и августе, качественно планктон наиболее богат. Массовыми в это время являются *Asterionella formosa* (нередко до середины июля), *Dinobryon divergens*, *Tribonema depauperatum*, *Pseudosphaerocystis planctonica*, *Tabellaria fenestrata*, *Fragilaria crotonensis*, *Aphanizomenon flos-aquae*, *Attheya Zachariasii* и некоторые другие.

Осенью, в течение сентября и октября, в общем преобладают те же формы, что и летом, но меняются их количественные характеристики. Так, меньше становится *Dinobryon* и *Pseudosphaerocystis*, которые к концу этого периода исчезают совсем, и, наоборот, значительно больше становится *Melosira* и *Asterionella*, у которых в это время наступает второй, осенний, период максимума. Так продолжается до конца ноября и даже — середины декабря, когда весь планктон переходит к зимнему состоянию.

Таковы вкратце сезонные изменения невского фитопланктона, которые наблюдались нами в течение ряда лет.

Вопрос о сезонной динамике невского фитопланктона и причинах, ее вызывающих, весьма подробно освещался Болохонцевым (1904), Воронихиным (1931), Порецким (1928) и нами (Раскина, 1957), и потому более подробно мы на нем останавливаться не будем.

При сравнении данных Воронихина с данными, полученными нами, следует отметить, что видов с годичным циклом оказывается гораздо больше. Так, Воронихин отмечает только 5 таких видов, тогда как нами их было найдено 40.

### Фитопланктон притоков

Черная речка. Это мелководный, небольшой приток Невы. Длина ее 30 км. Впадает в Неву по правому берегу менее чем в 5 км от истока. Вода в ней болотного происхождения с низким pH (6.0—6.4), коричневого цвета.

Планктон был исследован в разные сезоны года, но только в самом устье, вблизи места впадения в Неву. Всего было найдено 59 видов водорослей: синезеленых — 11, диатомовых — 18, золотистых — 7, желтозеленых — 2, пиррофитовых — 3, эвгленовых — 2, вольвоксовых — 2, протококковых — 7, улотриксовых — 2, десмидиевых — 4 и зигнемовых — 1.

Из них лишь три вида были обнаружены только в Черной речке. Это — *Oscillatoria chlorina*, *Uroglena Troitzkajae* и *Docidium Baculum*. Все они были встречены единично, и потому говорить о них как о водорослях, характерных для Черной речки, следует с осторожностью. Все остальные формы — общие с Невой и заносятся сюда во время нагонов.

М о й к а. Длина ее 27 км. Впадает в Неву по ее левому берегу на расстоянии около 17 км от истока. Здесь также был обследован только приустьевой район. Всего было найдено 70 видов водорослей: синезеленых — 12, диатомовых — 26, золотистых — 3, желтозеленых — 2, пиррофитовых — 2, эвгленовых — 6, вольвоксовых — 2, протококковых — 5, улотриксовых — 3, десмидиевых — 8, зигнемовых — 1.

Только *Trachelomonas similis* не был найден ни в Неве, ни в других притоках.

М г а. Эта река — более длинный и полноводный приток, чем Черная и Мойка. Общая ее длина 77 км. Впадает по левому берегу Невы в 19 км от истока. Вода также болотного происхождения, коричневого цвета. Здесь было найдено заметно больше видов — 113: синезеленых — 21, диатомовых — 33, золотистых — 7, пиррофитовых — 3, эвгленовых — 10, вольвоксовых — 3, протококковых — 13, улотриксовых — 3, десмидиевых — 18, зигнемовых — 2.

Только здесь — 9 видов: *Synochromonas gracilis*, *Chlamydomonas* sp., *Closterium macilentum*, *Pleurotaenium coronatum*, *Staurastrum alternans*, *S. pseudopelagicum*, *Desmidium Schwartzii*, *Franceia* sp. и *Crucigenia tetrapedia*. Все они встречались единично. Характерно большое количество десмидиевых, из которых 5 были найдены только здесь; это подчеркивает болотное происхождение вод этой реки. Интересно отметить массовое развитие *Melosira granulata* typ. и f. *angustissima*, которая в конце июля и в августе встречалась здесь в массовом количестве, являясь руководящей формой. Этот вид характерен для эутрофных водоемов со стоячей и текучей водой. При массовой продуктивности он β-мезосапроб. В Неве встречается редко и только единично.

Т о с н а. Это самый длинный из притоков р. Невы — 118 км. Впадает она по левому берегу в 30 км от истока. По количеству найденных видов р. Тосна стоит на втором месте после Мги. Здесь было найдено 94 вида: синезеленых — 20, диатомовых — 31, золотистых — 5, желтозеленых — 3, пиррофитовых — 2, эвгленовых — 7, вольвоксовых — 1, протококковых — 10, улотриксовых — 3, десмидиевых — 11, зигнемовых — 1.

Только в этом притоке единичными экземплярами были найдены *Gloeocapsa turgida*, *Diatoma elongatum* f. *actinastroides*, *Tetraspora limnetica* и *Rivularia* (?). Здесь, как и во Мге, летом наблюдалось массовое развитие *Melosira granulata*.

6 февраля 1964 г. р. Тосна была исследована от истока до устья в следующих точках: исток, у Никольского, у Ульяновского и в Усть-Тосне. Планктон во всех этих точках был одинаковым, но сборы наши совершенно недостаточны для характеристики планктона всей реки, особенно потому что они были сделаны зимой, когда планктон очень беден и не характерен.

И ж о р а. Длина ее 65 км; впадает по левому берегу в 40 км от истока. Эта река является одним из самых загрязненных притоков Невы, так как сюда поступает очень много бытовых и промышленных сточных вод г. Колпино, Усть-Ижоры и других населенных пунктов.

Всего здесь было найдено 50 видов водорослей, меньше, чем в других притоках: синезеленых — 7, диатомовых — 17, золотистых — 1, желтозеленых — 1, пиррофитовых — 2, эвгленовых — 3, вольвоксовых — 2, протококковых — 8, улотриксовых — 4, десмидиевых — 3, зигнемовых — 2.

Только здесь были найдены по одному разу *Oscillatoria ornata*, *Phacus orbicularis* и *Scenedesmus acuciformis*, но в заметном количестве.

6 февраля 1964 г., как и Тосна, эта река была обследована в нескольких пунктах: в истоке, у Кирпичного завода и в Усть-Ижоре. В истоке



вода реки чистая, прозрачная, нередко в ней ловится рыба, но по направлению к устью все более и более загрязняется, и даже одно наше зимнее обследование показало значительное обеднение фитопланктона вниз по реке. Так, в истоке было найдено 18 видов, у Кирпичного завода — 2 вида, а в устье — 7. В другие сезоны года в устье гораздо больше видов — 48, но это объясняется подпором невской воды, которая вносит сюда планктон из Невы.

С л а в я н к а. Длина ее 39 км. В Неву этот приток впадает в 47 км от истока по левому берегу. Эта река обследовалась от истока до устья в разные сезоны года (в 1963 г. — 23 III, 23 V, 16 VII, 23 X и в 1964 г. — 6 II) в следующих пунктах: несколько ниже истока в дер. Покровское, ниже Павловска, в Московской Славянке и в Усть-Славянке. Славянка — самый грязный из всех левобережных притоков Невы (Озерецковская и Смирнова, наст. сб.). Все сточные воды городов Пушкина и Павловска сливаются в эту реку, превращая ее в сточную канаву. Даже очень быстрое местами течение реки не помогает ей справиться с поступающими сюда загрязнениями. Вода очень мутная, буро-серого цвета, с отвратительным гнилостным запахом. На большом протяжении она не замерзает, и зимой под Павловском температура воды была выше 7°.

Всего в Славянке было найдено 78 видов водорослей: синезеленых — 13, диатомовых — 21, золотистых — 2, желтозеленых — 1, пиррофитовых — 2, эвгленовых — 15, вольвоксовых — 3, протококковых — 7, улотриксовых — 2, десмидиевых — 10, зигнемовых — 2. Очень характерно большое количество эвгленовых, наличие которых показательно для вод высокой степени загрязнения. Здесь были встречены все найденные нами полисапробы и α-мезосапробы.

Фитопланктон р. Славянки очень различен в разных ее участках, и изменения эти всецело зависят от степени загрязнения воды (табл. 3).

В истоке вода чистая, прозрачная. Во время зимнего обследования 23 марта 1963 г. на середине реки не было льда и хорошо было видно, что все дно (глубина всего несколько сантиметров), все камни и другие подводные предметы покрыты сплошным слизистым, бурым налетом. Он состоял из бесчисленного количества диатомовых водорослей. Самой многочисленной была *Meridion circulare* (позже — в мае, июле, октябре — эта водоросль не была найдена), очень много *Navicula* (несколько видов), *Synedra acus*, *S. ulna*, *Gomphonema*, *Surirella robusta* v. *splendida* и другие *Pennatae*. В планктонной пробе, взятой здесь, в 1 мл воды оказалось более 1000 клеток *Meridion circulare*, 330 клеток *Navicula*, 73 клетки *Synedra acus*, 38 клеток *Gomphonema*, всего около 1.5 тыс. клеток *Pennatae*.

В феврале 1964 г. картина была иной — найдено только 4 вида диатомовых водорослей (*Melosira islandica*, *Asterionella formosa*, *Tabellaria fenestrata* и *Synedra acus*), но и тех очень мало. Объяснить это можно, вероятно, тем, что в 1964 г. обследование производилось на полтора месяца раньше, чем в 1963 г., и массовое развитие диатомей еще не началось.

В мае флора диатомовых была наиболее богатой. На первом месте — *Synedra acus* и *S. ulna*, затем *Navicula*, довольно много десмидиевых *Closterium moniliferum* v. *concavum* и *C. lanceolatum*, а также зеленых *Eudorina elegans*, *Cladophora* sp., немного *Euglena* sp. и синезеленой *Oscillatoria terebriformis* и некоторые другие виды.

Летом в июле преобладали те же *Synedra acus* и *Navicula*, затем — *Diatoma elongatum*, *Closterium Leibleinii*, *Scenedesmus quadricauda*, *Ulothrix zonata*, *Spirogyra* sp., *Eudorina elegans* и некоторые другие водоросли.

Осенью, 23 X, водорослей было немного; по-прежнему преобладали — *Synedra*, *Navicula*, меньше — *Melosira varians*, все другие встречались единично.

## ТАБЛИЦА 3

### Фитопланктон р. Славянки

| Водоросли | Исток | Ниже Павловска | Московская Славянка | Устье |
|---|---|---|---|---|
| *Synechocystis endobiotica* | — | — | — | — |
| *Merismopedia tenuissima* | — | 2 | 2 | 1 |
| *M. glauca* | — | — | — | — |
| *Microcystis pulverea* | — | — | — | 1 |
| *Coelosphaerium Kützingianum* | — | — | — | 1 |
| *Woronichinia Naegeliana* | — | — | — | 1 |
| *Anabaena* sp. | — | — | — | 1 |
| *Aphanizomenon flos-aquae* | — | — | — | 1 |
| *Oscillatoria limosa* | 1 | — | — | 1 |
| *O. ingrica* | — | — | — | 3 |
| *O. terebriformis* | 2 | — | — | 1 |
| *Oscillatoria* sp. | — | 1 | — | 1 |
| *Lyngbya endophytica* | — | — | — | 3 |
| *Melosira varians* | 1—2 | — | — | 1 |
| *M. islandica* | 1 | 1 | — | — |
| *Cyclotella* sp. | 1 | 1 | — | 1—2 |
| *Tabellaria fenestrata* | 1 | — | — | 1—2 |
| *T. flocculosa* | 1 | — | — | 1 |
| *Meridion circulare* | 6 | — | — | — |
| *Diatoma vulgare* | 1 | — | — | — |
| *D. elongatum* | 2—3 | — | — | — |
| *Fragilaria capucina* | 1 | — | — | — |
| *Fragilaria* sp. | — | — | — | 1 |
| *Synedra ulna* | 3—6 | 1—2 | — | 3 |
| *S. acus* | 3—6 | 1—4 | 1 | 1—6 |
| *Asterionella formosa* | 1 | — | 1 | 1—3 |
| *Cocconeis pediculus* | 2 | — | — | — |
| *Achnanthes minutissima* | — | — | — | 5 |
| *Navicula* sp. | 2—4 | 2 | 1 | 1—5 |
| *Gyrosigma* sp. | 1 | — | — | — |
| *Cymbella* sp. | 1—2 | — | — | 1—2 |
| *Gomphonema* sp. | 3 | — | — | — |
| *Surirella robusta* f. *splendida* | 4 | — | — | — |
| *Pennatae* sp. | 6 | — | — | 1—3 |
| *Mallomonas* sp. | — | — | — | 1 |
| *Dinobryon divergens* | — | — | — | 1 |
| *Tribonema depauperatum* | — | — | — | 1—3 |
| *Ceratium hirundinella* | — | — | — | 1 |
| *Peridineae* sp. | — | — | — | 1 |
| *Trachelomonas volvocina* | — | — | — | 3 |
| *T. Borodiniana ?* | — | — | — | — |
| *T. oblonga* | 1 | — | — | 1 |
| *T. planctonica* | — | — | — | 1 |
| *T. dubia* f. *lata* | — | — | — | — |
| *Trachelomonas* sp. | — | 1 | — | 2 |
| *Eutreptia ?* | — | — | — | 1 |
| *Euglena viridis* | — | — | — | 3 |
| *Eu. longissima* | 1 | — | — | — |
| *Euglena* sp. | 1 | — | — | 5—1 |
| *Lepocinclus ovum* | 1—3 | — | — | 2 |
| *Lepocinclus* sp. | — | — | — | 1 |
| *Phacus caudatus* | — | — | — | 1 |
| *Ph. orbicularis* | — | — | — | 3 |
| *Phacus* sp. | 1 | — | — | 3 |
| *Spondylomorum quaternarium* | — | — | — | 1 |
| *Pandorina morum* | — | — | — | 5 |
| *Eudorina elegans* | 1 | — | — | 3 |
| *Chlorella* sp. | 2—3 | — | — | 5 |
| *Ankistrodesmus arcuatus* | — | 3 | — | 1 |
| *A. falcatus* | — | — | — | 1—2 |
| *Coelastrum microporum* | 1 | — | — | 1 |
| | — | — | — | |





| Водоросли | Исток | Ниже Павловска | Московская Славянка | Устье |
|---|---|---|---|---|
| *Scenedesmus obliquus* v. *biseriatus* | 2 | — | — | 1 |
| *S. bijugatus* | 1 | — | — | 1 |
| *S. quadricauda* | 1—2 | 1 | — | 1 |
| *Ulothrix* sp. | 2 | — | — | 3—4 |
| *Cladophora* sp. | 3 | — | — | 3 |
| *Closterium pronum* | — | — | — | 1 |
| *C. lanceolatum* | 4 | — | — | — |
| *C. littorale ?* | 1 | — | — | — |
| *C. acerosum* | 1 | — | — | — |
| *C. Leibleinii* | 3 | — | — | — |
| *C. moniliferum* v. *concavum* | 4 | — | — | — |
| *Pleurotaenium trabecula* f. *crassum* | 1 | — | — | — |
| *Cosmarium botrytis* | 1 | — | — | — |
| *C. abbreviatum* | 1 | — | — | — |
| *Cosmarium* sp. | 1 | — | — | — |
| *Spirogyra* sp. | 1—3 | — | — | 4 |
| *Mougeotia* sp. | 1 | — | — | 2 |

Все десмидиевые, кроме *Closterium pronum*, найденные в Славянке, были встречены только в истоке.

Ниже Павловска от богатой флоры истока почти ничего не остается. Встречающиеся летом в небольшом количестве *Synedra acus*, *S. ulna* и *Navicula*, а также единичные экземпляры *Scenedesmus quadricauda*, *Melosira*, *Cyclotella* приносятся течением из верховьев реки; несколько больше здесь *Merismopedia tenuissima* и *Chlorella* sp. В планктонной пробе было немало обрывков *Zoogloea ramigera*, которая сплошным ковром покрывает дно и является господствующей формой. Это показатель крайне сильного загрязнения Славянки ниже Павловска.

Еще ниже, у Московской Славянки, водорослей почти нет. Встречаются только единичные диатомеи, выносимые из верховьев, а также *Merismopedia tenuissima* и *Chlorella*. *Merismopedia tenuissima*, как и под Павловском, встречается редко. Эта водоросль была нами найдена в планктоне только здесь, если не считать одного экземпляра, найденного в Неве у Смольного, куда он мог быть вынесен из Славянки.

Наиболее богата флора водорослей Славянки в устье ее. Здесь найдено 56 видов и подавляющее их большинство — общие с Невой. Но количественные показатели этих водорослей совсем другие; так, например, даже такие массовые невские формы, как *Melosira islandica*, *Asterionella formosa*, *Woronichinia Naegeliana*, *Dinobryon divergens*, *Tribonema depauperatum*, никогда не встречаются больше чем с оценкой 2—3, а *Pseudosphaerocystis planctonica*, *Dynobrion sociale*, *Fragilaria crotonensis* и некоторые другие виды, очень обычные для Невы, ни разу не были здесь встречены. С другой стороны, *Oscillatoria limosa*, *Achnanthes minutissima*, *Chlorella* и эвгленовые встречаются здесь в гораздо больших количествах, чем в Неве. Все эти водоросли являются α- или β-мезосапробами, и значительное или даже большое их количество (эвглены, хлорелла) говорит о бурно идущем здесь процессе самоочищения.

15 форм водорослей найдено нами только в Славянке, из них *Surirella robusta* f. *splendida*, *Euglena viridis*, *Phacus* sp., *Closterium lanceolatum* в заметном количестве, что свидетельствует о своеобразии флоры этой реки. Итак, в Славянке мы видим очень характерное и резкое изменение флоры, которое целиком связано с загрязнением и самоочищением этой реки.

В истоке, где вода чистая, — богатая флора водорослей, главным образом диатомовых.

Ниже Павловска, где вода очень грязная и имеют место настоящие полисапробные условия, водорослей практически нет, и господствует типичный полисапроб *Zoogloea ramigera*, который является мощным агентом самоочищения. Ниже — у Московской Славянки — вода уже несколько чище. Здесь α-мезосапробные условия, и господствующим организмом является типичный α-мезосапроб — *Leptomitus lacteus*.

В устье реки флора довольно богатая, но больше всего здесь видов, общих с Невой, которые заносятся сюда и не являются водорослями собственно Славянки. Характерно для устья значительное развитие α- и β-мезосапробов, что свидетельствует о бурно идущем в р. Славянке процессе самоочищения.

Большая Охта. Это самый большой правобережный приток Невы. Впадает он в 62 км от истока. Охта, так же как Славянка и Ижора, — один из самых грязных притоков Невы. Сюда сливаются сточные воды ряда крупных заводов.

В самой реке фитопланктон был собран только один раз — 7 февраля 1964 г. Пробы были взяты в Охтинском озере (из-подо льда) и у Комаровского моста (вода здесь не замерзает — температура ее была 1.4°). В Охтинском озере выше плотины и выше сточной трубы вода была очень чистой, почти без осадка, тогда как у Комаровского моста, который находится вблизи устья реки, — очень грязной, с большим почти черным осадком.

Планктона в обеих пробах было очень мало. Всего найдено 6 видов водорослей. Все они общие с невскими и все встречены единичными экземплярами. В пробах, взятых в Неве у устья Охты, отмечено много *Oscillaforia terebriformis*, которой также много было в Ижоре и в значительном количестве в Славянке. Кроме того, она встречалась и в устье Невы.

## Сравнительный обзор фитопланктона Невы и ее притоков

Несмотря на то что большинство видов найденных нами водорослей (111) общее для Невы и ее притоков, даже в приустьевых участках притоков, где весьма сильно сказывается влияние Невы, фитопланктон значительно отличается от невского. И это вполне понятно, так как условия жизни здесь совершенно другие. Весьма убедительно это показано гидрохимическими анализами (Озерецковская и Смирнова, наст. сб.).

Все притоки можно разделить на две группы: 1) Черная, Мойка, Мга и Тосна — относительно чистые и 2) Ижора, Славянка и Охта — очень грязные.

О своеобразии фитопланктона притоков мы можем судить на основании Славянки, которая была обследована нами довольно подробно.

В устьевых частях притоков, как уже было сказано выше, основу фитопланктона составляют невские водоросли. Однако качественное разнообразие здесь гораздо меньше, чем в Неве. Об этом говорит табл. 4. Особенно заметно это в группах синезеленых, диатомовых, золотистых и протококковых водорослей. Группы эвгленовых и десмидиевых, наоборот, богаче в притоках, и в этих двух группах наибольшее число видов найдено нами только в притоках. Это вполне объяснимо, так как группа десмидиевых характерна для вод болотного происхождения, а многие эвгленовые являются характерными для загрязненных вод. А оба эти качества, т. е. болотное происхождение и загрязненность, свойственны притокам Невы.



ТАБЛИЦА 4

Количество видов водорослей в Неве и ее притоках в 1957—1964 гг.

| Название групп | Нева | Черная | Мойка | Мга | Тосна | Ижора | Славянка | Всего в притоках |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Синезеленые | 35 | 11 | 12 | 21 | 20 | 7 | 13 | 28 |
| Диатомовые | 53 | 18 | 26 | 33 | 31 | 17 | 21 | 42 |
| Золотистые | 14 | 7 | 3 | 7 | 5 | 1 | 2 | 12 |
| Желтозеленые | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 1 | 1 | 3 |
| Пиррофитовые | 5 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 5 |
| Эвгленовые | 4 | 2 | 6 | 10 | 7 | 3 | 15 | 20 |
| Вольвоксовые | 2 | 2 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Протококковые | 27 | 7 | 5 | 13 | 10 | 8 | 7 | 21 |
| Улотриксовые | 4 | 2 | 3 | 3 | 3 | 4 | 2 | 5 |
| Десмидиевые | 24 | 4 | 8 | 18 | 12 | 3 | 10 | 28 |
| Зигнемовые | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| Красные | 1 | — | — | — | — | — | — | — |
| Всего | 173 | 59 | 70 | 116 | 95 | 50 | 78 | 170 |

ТАБЛИЦА 5

Количество клеток водорослей в 1 мл воды в р. Неве и притоках 16 июля 1963 г.

| Водоросли | Нева | | | Славянка | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | исток | у Славянки | устье | исток | ниже Павловска | у Московской Славянки |
| *Melosira islandica* | 8 | 12 | 5 | Нет | Нет | Нет |
| *Asterionella formosa* | 70 | 81 | 71 | » | » | » |
| *Tabellaria fenestrata* | 16 | 13 | 14 | » | » | » |
| *Synedra acus* | 2 | 3 | 10 | 4 | » | » |
| Другие диатомовые | 12 | 6 | 2 | 70 | » | » |
| *Tribonema depauperatum* | 9 | 12 | 16 | Нет | » | » |
| *Dinobryon divergens* | 12 | 34 | 23 | » | » | » |
| Протококковые | 6 | 4 | 3 | » | » | » |
| Синезеленые | 181 | 39 | 30 | » | » | » |

май 1963 г.

| Водоросли | Нева, середина (29—31 мая) | | | | Притоки (устья) (23—24 мая) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | исток | ниже Славянки | у Смольного | устье | Мойка | Мга | Тосна | Ижора | Славянка |
| *Melosira islandica* | 440 | 422 | 474 | 324 | 2 | 1 | 12 | 1 | 0 |
| *Asterionella formosa* | 132 | 195 | 92 | 174 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| *Tabellaria fenestrata* | 8 | 0 | 3 | 13 | 6 | 4 | 1 | 0 | 0 |
| *Synedra acus* | 12 | 21 | 26 | 14 | 21 | 29 | 20 | 28 | 46 |
| *S. ulna* | 0 | 1 | 2 | 0 | 15 | 11 | 65 | 5 | 5 |
| Всего диатомовых | 606 | 653 | 694 | 556 | 83 | 99 | 124 | 45 | 66 |
| Эвгленовые | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 4 | 2 | 6 | 420 |
| *Tribonema depauperatum* | 44 | 7 | 35 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Синезеленые | 15 | 15 | 95 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Прочие | 25 | 37 | 20 | 11 | 21 | 13 | 4 | 12 | 198 * |

* Из них *Chlorella* sp. 189.

ТАБЛИЦА 5 (*продолжение*)

9 октября 1962 г.

| Водоросли | Нева у Смольного | Притоки | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Черная | Мойка | Мга | Тосна | Ижора | Мурзинка |
| *Melosira islandica* . . . . . | 145 | 0 | 37 | 0 | 2 | 2 | |
| *Asterionella formosa* . . . . | 18 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 67 |
| *Tabellaria fenestrata* . . . . | 3 | 2 | 6 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| Всего диатомовых . . . . | 175 | 4 | 51 | 5 | 3 | 18 | 4 |
| *Tribonema depauperatum* . . | 102 | 0 | 52 | 0 | 0 | 3 | 81 |
| Синезеленые . . . . . | 161 | 26 | 477 | 0 | 0 | 0 | 30 |
| Прочие . . . . . | 20 | 2 | 8 | 1 | 3 | 6 | 114 |
| | | | | | | | 2 |

Количественные характеристики невских водорослей и особенно их массовых форм никогда не достигают в притоках таких величин, как в Неве (табл. 5). Это говорит о том, что в самих притоках эти виды либо отсутствуют, либо их мало и планктон, приносимый из Невы, разбавляется водой притоков.

Влияние фитопланктона притоков на фитопланктон Невы незаметно, так как даже вблизи притоков мы не заметили существенных изменений в невском планктоне. Формы, свойственные только притокам, или вовсе не были встречены в Неве, или найдены единичными экземплярами (эвглены, трахеломонасы, клостериумы, *Oscillatoria terebriformis*, *Merismopedia tenuissima* и др.).

Влияние притоков заметно в изменении характера осадка. Так, в истоке Невы осадок всегда чистого зеленого цвета, иногда с небольшой примесью мелкого чистого песка. Вблизи притоков по левому берегу осадок значительно грязнее, особенно ниже Ижоры и Славянки. По правому берегу осадок чистый, но ниже Охты он грязный, зеленовато-серый или даже темно-серый.

Видов, которые являются показателями сапробности, в невском фитопланктоне очень мало, и встречаются они единичными экземплярами. В притоках таких видов немало, и, кроме того, показателями загрязнения здесь являются качественная бедность и исчезновение ряда форм по мере загрязнения. Это хорошо видно на примерах Ижоры и особенно Славянки.

Анализ фитопланктона с точки зрения его сапробности показал, что в невском фитопланктоне нет полисапробных организмов. Из полисапробов только в Славянке была найдена *Euglena viridis*. Другой полисапроб — *Zoogloea ramigera* — встречается в планктонных пробах, взятых в Славянке, и очень редко в Неве. Эта бактерия в огромном количестве живет на дне в р. Славянке и, будучи сорвана течением, попадает в толщу воды.

Из α-мезосапробов было найдено 9 видов: *Leptomitus lacteus*, *Sphaerotilus natans*, *Oscillatoria limosa*, *O. tenuis*, *O. princeps*, *Euglena viridis*, *Phacus caudatus*, *Lepocinclus ovum*, *Spondylosium quaternarium*.

По всей вероятности, к этой группе могут быть отнесены и *Oscillatoria terebriformis*, и *Merismopedia tenuissima*. Во всяком случае в наших материалах они были найдены в больших количествах в планктоне и обрастаниях только в условиях высокой степени загрязнения (Славянка, Ижора, в Неве у Славянки и в устье).

Из группы α-мезосапробов в планктонных пробах, взятых в Неве, лишь единичными экземплярами встречаются осциллатории, а также



обрывки лептомитуса и сферотилуса. Остальные — в Славянке. Осциллатории в заметном количестве были найдены еще в Ижоре.

Из β-мезосапробов в Неве и притоках было найдено 33 вида, причем половина из них может быть отнесена и к олигосапробам.

Все же остальные водоросли — олигосапробные организмы.

Если руководствоваться только фитопланктоном для определения санитарного состояния р. Невы, можно прийти к выводу о его благополучии, что не соответствует действительности, но фитопланктон не может здесь быть показательным. Как уже было сказано, время, за которое водоросли проносятся по Неве от ее истока до устья, слишком незначительно, чтобы в фитопланктоне произошли заметные изменения. Кроме того, полноводность Невы и относительная маловодность притоков, благодаря которой планктон их сразу при впадении в Неву становится в ней почти незаметен, играют здесь также важную роль.

К такому же выводу пришел и Порецкий (1931), который считал, что вопрос о сапробности невских водорослей нужно решать на основании донных форм.

### Многолетние изменения фитопланктона р. Невы

Сравнение списков водорослей р. Невы, составленных Болохонцевым (1904), Воронихиным (1931), Порецким (1931), Киселевой (1949) и нами, дает интересный материал для заключения о многолетних изменениях фитопланктона этого водоема. Однако полное сопоставление этих материалов невозможно, так как, как было сказано выше, работа Болохонцева охватывает преимущественно исток Невы, Воронихина и Порецкого — Большую Невку, а Киселевой — Невскую губу.

Кроме того, нами не были определены большинство *Pennatae*, часть *Pyrrophyta*, а некоторые водоросли определены только до рода. Но, несмотря на это, такое сравнение несомненно дает нам представление об изменениях общего характера планктона и его массовых форм.

ТАБЛИЦА 6

Количество видов невского фитопланктона в разные годы

| Группы водорослей | Болохонцев, 1903 г. | | | Воронихин и Порецкий, 1923—1926 гг., Б. Невка | Раскина, 1954—1964 гг. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Нева, исток | притоки | всего | | Нева | притоки | всего |
| Синезеленые . . . . . | 17 | 13 | 19 | 25 | 35 | 28 | 40 |
| Золотистые . . . . . | 11 | 6 | 12 | 10 | 13 | 11 | 16 |
| Диатомовые [1] . . . . . | 112 | 37 | 118 | 279 | 48 | 38 | 50 |
| Желтозеленые . . . . . | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 3 | 3 |
| Пиррофитовые . . . . . | 3 | 3 | 4 | 2 | 3 | 2 | 3 |
| Эвгленовые . . . . . | 1 | 5 | 6 | 3 | 4 | 20 | 22 |
| Вольвоксовые . . . . . | 2 | 2 | 3 | 1 | 2 | 4 | 4 |
| Протококковые . . . . . | 13 | 7 | 14 | 20 | 28 | 19 | 34 |
| Улотриксовые . . . . . | 3 | 1 | 3 | 5 | 4 | 4 | 5 |
| Десмидиевые . . . . . | 20 | 19 | 29 | 16 | 23 | 25 | 34 |
| Зигнемовые . . . . . | 1 | — | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 |

Табл. 6 показывает, какое количество видов водорослей разных групп было найдено Болохонцевым, Воронихиным и Порецким и нами.

[1] Эта группа, особенно *Pennatae*, определена нами не вся.

Интересно отметить, что руководящие формы невского фитопланктона у всех авторов одни и те же.

Однако ряд видов в начале этого столетия встречался в большем количестве, чем теперь, и наоборот. Так, например, по материалам Болохонцева, *Anabaena spiroides*, *A. Lemmermannii*, *Synura uvella*, *Closterium pronum*, *Cosmarium subtumidum*, *C. cantractum*, *Staurastrum paradoxum*, *Melosira varians* и некоторые другие встречались в большем количестве, чем сейчас, а такие, как *Microcystis flos-aquae*, *Anabaena affinis*, *A. cincinalis*, *Oscillatoria agardhi*, *Uroglena volvox*, вовсе не были нами встречены. Воронихин (1931) допускает, что Болохонцев принимал *Uroglenopsis* за *Uroglena volvox*. Все эти виды не относятся к массовым формам невского фитопланктона, и этим, возможно, объясняется их отсутствие в наших материалах.

С другой стороны, интересно, что в наших материалах больше видов из рода *Oscillatoria* (Болохонцев — 3, Воронихин — 4, Раскина — 9) и значительно больше эвгленовых. Так, Болохонцев нашел в Неве всего 1 вид этой группы, в притоках — 5 видов, Воронихин — 3 вида, а нами в Неве было найдено 4 вида, а в притоках — 20. Эта группа является показательной для загрязненных вод, и можно считать, что значительно большее ее качественное богатство в настоящее время является показателем возросшего загрязнения воды в Неве и особенно в ее притоках.

Заметно богаче стали также группы протококковых (Болохонцев — 14 видов, Воронихин — 20 видов, Раскина — 34) и синезеленых (соответственно 17, 25, 40). К сожалению, из-за неполного определения наших материалов нельзя с достаточной точностью сравнивать данные по диатомовым водорослям, но тем не менее на основании обработанных проб можно думать, что эта группа стала несколько беднее, но только за счет видов, встречавшихся единичными экземплярами. Массовые же виды этой группы и их сезонная динамика остались без каких-либо существенных изменений.

Сравнение, проведенное с материалами, полученными Киселевой по Невской губе, показывает, что и здесь господствующими являются все те же формы, которые отмечены и для Невы. Самое существенное отличие этого водоема от Невы заключается в наличии здесь ряда солоноватоводных и морских видов, тогда как в Неве было найдено только два вида, встречающихся и в пресных, и в солоноватых водах: *Cocconeis pedicullus* и *Campylodiscus clypeus*.

## Обрастания

Материалы по обрастаниям собирались в прибрежной зоне Невы и ее притоков в 1962, 1963 и 1964 гг. К сожалению, ледовые условия не везде позволили производить сборы зимой. А именно этот сезон является, пожалуй, наиболее интересным, так как в это время пышно развиваются грибные и бактериальные обрастания, особенно ярко характеризующие воду высокой степени загрязнения. Зимой производились сборы на сетках первого подъема ряда производственных водопроводов, берущих воду из Невы. Они могут быть использованы для характеристики зимних обрастаний р. Невы.

В табл. 7 дан список организмов, найденных нами в обрастаниях, и их распределение по разным пунктам.

В Неве, как по ее левому, так и по ее правому берегу, наиболее часто встречается *Ulothrix*, нередки и диатомовые. Почти везде в заметном и большом количестве растет *Sphaerotilus natans*, а ниже впадения р. Славянки — масса *Leptomitus lacteus*. Оба эти организма являются α-мезосапробами и характеризуют сильную степень загрязнения воды. Как уже указывалось, в Неве мы не смогли производить зимних сборов, но материалы, собранные на водопроводах, показывают, что вдоль левого берега Невы от Главной водопроводной станции вплоть до завода



ТАБЛИЦА 7

Обрастания Невы и притоков

| Организмы | Нева | | | | | | | | | | Славянка | | | | Ижора |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | левый берег | | | | | | | правый берег | | | | | | | |
| | исток, канал | ниже устья Тосны | против Верхне-Саратовской | у устья р. Славянки | ниже устья р. Славянки | ниже Муранки (ЮВС) | у стока ликеро-водочного з-да | Верхне-Саратовская | выше Лесопарка | набережная Петропавловской крепости | исток | ниже Павловска | Московская Славянка | устье | устье |
| *Mougeotia* sp. | — | 3 | — | 1 | 2 | 5 | — | 3 | — | — | — | — | — | — | — |
| *Spirogyra* sp. | — | — | 1 | 1 | — | 4 | — | — | — | 2 | 3 | — | — | — | 4 |
| *Ulothrix* sp. | 4 | 4 | 4 | 4 | — | 5 | — | 5 | 5 | 3 | 5—4 | — | — | — | 4 |
| *Oedogonium* sp. | 5 | — | 3 | — | 1 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *Cladophora* sp. | — | 3 | — | — | 1 | — | — | — | — | 4 | 3 | — | 1 | — | — |
| *Draparnaldia* sp. | — | 3 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Другие зеленые нитчатки | — | — | — | 3 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *Synedra Vaucheriae* | — | — | — | 6 | — | — | — | 5 | 3 | — | — | — | — | — | — |
| *S. actinastroides* | — | — | 1 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *S. acus* | 4 | 2 | — | — | — | — | — | — | — | — | 4 | — | 3 | — | 5 |
| *S. ulna* | — | — | — | 5 | — | — | — | — | — | — | 4 | — | — | — | — |
| *Cymbella* в слизистых трубках | — | — | 2 | — | — | — | — | 3 | — | — | 3 | — | — | — | — |
| *Gomphonema* на слизистых ножках | 4 | 3 | 3 | 5 | — | — | — | 3 | 3 | — | — | — | — | — | — |
| *Navicula* sp. | — | 2 | 5 | 5 | — | — | — | — | — | — | 5 | — | 4 | — | 4 |
| *Meridion circulare* | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 6 | — | — | — | — |
| *Diatoma elongatum* | — | — | — | — | 3 | — | — | — | — | — | 4 | — | — | — | — |
| *D. vulgare* | — | — | 4 | — | 3 | — | — | — | — | — | 5 | — | — | — | — |
| *D. anceps* | — | — | 4 | — | 1 | — | — | — | — | — | 5 | — | — | — | — |
| *Achnanthes minutissima* | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 5 | — | — | — | — |
| *Pennatae* sp. | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 3 | — | — | — | — |
| *Oscillatoria limosa* | — | — | 3 | — | — | — | — | — | — | 4 | 2 | — | — | — | — |
| *O. terebriformis* | — | — | 4 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 4 | — | 5 |
| *O. major* | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 2 | — | — | — | — |
| *O. curviceps* | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 5 |
| *O. princeps* | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 1 |
| *Oscillatoria* sp. | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 2 | — | — | 4 | — | 3 |
| *Phormydium* sp. | — | — | 3 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 6 |
| *Lyngbya* sp. | 1 | — | — | 1 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Другие синезеленые нитчатые | — | 4 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 4 | — | — |
| *Leptomitus lacteus* | — | — | — | — | 4—6 | — | — | — | — | — | — | — | 6 | 6 | — |
| *Zoogloea ramigera* | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 6 | 4 | — | — |
| *Sphaerotilus natans* | — | 3 | 3 | 4 | 4 | — | 5 | — | — | 3 | — | — | 3—4 | 4 | — |
| Другие нитчатые бактерии | — | — | — | — | 4 | — | — | — | — | — | — | — | 3—4 | — | 3 |
| Железобактерии | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 6 | — | — | — | — |
| Сувойки колониальные | — | — | — | — | — | — | Стебли 3 | — | — | 4 | — | — | — | — | — |

им. В. И. Ленина включительно на сетках первого подъема оседает масса *Leptomitus lacteus* и в меньшей степени — *Sphaerotilus natans*. Ранее нами указывалось, что такое же явление наблюдалось с 1960 г. Ежегодно зимой сетки и фильтры Главной водопроводной станции и других предприятий Ленинграда забиваются слизью лептомитуса, что создает очень большие трудности в работе (Раскина, 1963).

Весьма важно отметить, что одновременно с лептомитусом на очистные сооружения приносится масса волокон, которых в остальное время нет совсем или почти нет. Это явление отмечалось и другими авторами (Павлинова, 1952). Можно предположить, что масса грибных обрастаний развивается в местах залежей волокон, выносимых сточными водами бумажных предприятий, и хлопья грибов, отрываясь течениями от дна, влекут за собой и волокна. Такое предположение подтверждается закономерностью, с которой ежегодно лептомитус и волокна одновременно приносятся на водопроводную станцию.

Исследование дна Невы с целью обнаружить места скопления волокон и наиболее обильного развития лептомитуса чрезвычайно важно для борьбы с этой серьезнейшей биологической помехой в водоснабжении Ленинграда.

Чрезвычайно показательны обрастания в р. Славянке (табл. 7). В истоке мы нашли массовые обрастания диатомовых водорослей. В марте все дно, все камни и другие лежащие под водой предметы обросли сплошным бурым слизистым налетом, который состоял из массы *Meridion circulare*, большого количества нескольких видов *Navicula*, *Diatoma vulgare*, *Achnanthes minutissima*, *Synedra ulna* и *S. acus*. Кроме того, здесь было очень много железобактерий. Летом также преобладали диатомовые, в небольшом количестве встречались *Ulothrix* и *Spirogyra* и очень мало было *Oscillatoria limosa* и *O. major*.

Наиболее массовыми организмами здесь являются олигосапробы (*Meridion circulare*) или β-мезосапробы (*Synedra*, *Diatoma*), что говорит о слабой степени загрязнения воды в истоке р. Славянки.

Совершенно другая картина наблюдается ниже по течению. Как уже было сказано, сразу ниже Павловска Славянка — настоящая сточная канава. Сюда вливаются все сточные воды Пушкина и Павловска. Вода реки очень мутная, бурого цвета, с отвратительным гнилостным запахом.

От богатой флоры диатомовых обрастаний истока ничего не остается. Только немногие *Pennatae* приносятся сюда течением. Но зато пышным ковром покрывает все дно *Zoogloea ramigera*, которая является настоящим полисапробом, и обилие ее говорит здесь об очень высокой степени загрязнения.

Еще ниже, в Московской Славянке, где вода остается очень грязной, преобладающим организмом является *Leptomitus lacteus* и, хотя здесь еще много *Zoogloea* и нитчатых бактерий, значительное преобладание лептомитуса свидетельствует об идущем процессе самоочищения, так как он является типичным α-мезосапробом.

Летом, кроме названных организмов, на этом участке реки порядочно нитчатых синезеленых и изредка зеленые нитчатки. Такая же картина наблюдается и в устье Славянки, но здесь мы не нашли *Zoogloea ramigera*.

В Неве по левому берегу выше р. Славянки преобладает *Ulothrix*, на нем много диатомовых (*Synedra ulna*, *S. vaucheriae*, *Navicula*, *Gomphonema*), изредка встречаются *Spirogyra*, *Mougeotia*, синезеленые нитчатые — *Oscillatoria limosa*, *O. terebriformis* и некоторые другие, а у устья



Славянки и несколько ниже много лептомитуса и сферотилуса и немного зеленых нитчаток — *Cladophora*, *Oedogonium*, *Mougeotia*. Наличие здесь большого количества лептомитуса свидетельствует о значительном загрязняющем влиянии р. Славянки.

Масса *Leptomitus lacteus* и большое количество *Sphaerotilus natans* и других нитчатых бактерий, которые в течение всей зимы с января до середины апреля ежегодно несутся по Неве и забивают сетки приемных колодцев водопроводов предприятий, расположенных по левому ее берегу, свидетельствуют здесь о значительном загрязнении воды.

Большое загрязнение Невы вдоль ее левого берега отмечается и другими авторами (Гуськова, 1958).

## Выводы

1. Фитопланктон в р. Неве распределен очень равномерно на всем ее протяжении от истока до устья.

2. Фитопланктон притоков существенно отличается от невского. Он характеризуется качественной бедностью.

3. Фитопланктон приустьевых участков притоков находится под непосредственным воздействием фитопланктона Невы, но гораздо беднее его.

4. Фитопланктон притоков не оказывает сколько-нибудь существенного влияния на фитопланктон Невы.

5. Фитопланктон Невы не является характерным показателем ее санитарного состояния, тогда как фитопланктон притоков, в частности Славянки, весьма показателен в этом отношении.

6. Многолетние изменения фитопланктона Невы и особенно притоков заключаются главным образом в увеличении количества форм — показателей ухудшения санитарного состояния. Изменений среди массовых форм не наблюдается.

7. Пышное развитие бактериальных и грибных обрастаний в р. Славянке характеризует крайнюю ее загрязненность.

8. Очень большие количества *Leptomitus lacteus* и довольно большое количество *Sphaerotilus natans*, улавливаемые в зимнее время сетками производственных водопроводов вдоль левого берега Невы, свидетельствуют о наличии здесь высокой степени загрязнения.

В заключение приношу искреннюю благодарность И. А. Киселеву за помощь в определении водорослей и консультации.

## ЛИТЕРАТУРА

Болохонцев Е. Н. 1904 (1905). Фитопланктон р. Невы. Тр. Общ. испытат. природы при Харьк. унив., XXXIX, 17—22.

Болохонцев Е. Н. 1910. Ботанико-биологические исследования Ладожского озера. Тр. комисс. по исслед. Ладожского озера. СПб., приложение к известиям Город. думы : 175—581.

Вислоух С. 1921. К познанию микроорганизмов Невской губы. Изв. Росс. гидролог. инст., 1—3.

Воронихин Н. Н. 1931. Фитопланктон р. Б. Невки в период 1923—1926 гг. Тр. Бот. сада АН СССР, XLIV : 104—224.

Гуськова В. Н. 1958. Гигиеническая характеристика открытых водоемов Ленинграда. Сб. тр. Инст. радиационной гигиены : 5—22.

Жадин В. И. и А. Г. Родина. 1950. Биологические основы водоснабжения и очистки вод. Жизнь пресных вод СССР, 3 : 779—818.

Киселев И. А. 1924. Фитопланктон Невской губы и восточной части Финского залива. Росс. гидрол. инст., 88, Л. : 1—54.

Киселева Е. И. 1949. Исследование фитопланктона юго-западной части Невской губы. Уч. зап. ЛГУ, сер. биол., 21 : 143—177.
Озерецковская Н. Г. и Н. Ф. Смирнова. О результатах исследования химизма воды Невы и ее притоков. (Наст. сб.).
Павлинова Р. М. 1952. Влияние сточных вод целлюлозно-бумажной промышленности на рыбопромысловые водоемы и разработка норм их сброса. Изв. Всесоюзн. н.-иссл. инст. оз. и реч. рыб. хоз., XXXI : 82—141.
Порецкий В. С. 1928. Периодичность в развитии диатомовых планктона р. Б. Невки. Дневник Всесоюзн. съезда ботаников в Ленинграде : 159—160.
Порецкий В. С. 1931. Наблюдения над диатомовым планктоном р. Б. Невки. Тр. Бот. сада АН СССР, XXIV : 245—348.
Раскина Е. Е. 1957. Фитопланктон р. Невы и его влияние на работу ленинградских водопроводных станций. Тр. проблем. и тематических совещаний ЗИН, VII : 200—206.
Раскина Е. Е. 1963. Биологические помехи в работе ленинградского водопровода. Тр. Всесоюзн. гидробиол. общ., XIV : 137—150.
Соколова М. Ф. 1949. Количественный учет планктона открытого и прибрежного районов Невской губы. Уч. зап. ЛГУ, сер. биол., 21 : 67—106.

# ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОЛОВРАТОК В БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ ВОДЫ РЕКИ НЕВЫ

*Л. А. Кутикова*

Зоопланктон р. Невы, нескольких ее притоков и юго-западной части Ладожского озера обстоятельно исследовался более полувека назад, когда ставился вопрос об источнике городского водоснабжения Петербурга. Коловратки как одна из существенных составных частей потамопланктона изучались А. С. Скориковым (1904а, 1904б, 1910), который использовал их в качестве показателей при биологической оценке вод с санитарной точки зрения. На основании почти двухгодичных регулярных сборов планктона Скориков отметил 111 форм в р. Неве и ее притоках Мге, Мойке, Тосне, Ижоре, Славянке и Ждановке, а во всем исследованном Невско-Ладожском районе 167 форм коловраток. Этим списком в основном исчерпывается весь видовой состав коловраток, известный до настоящего времени для указанных водоемов, если не считать нескольких недавних уточнений (Деньгина, 1962, 1964), связанных с новой синонимией.

Как типично озерная река Нева снабжается планктоном Ладожского озера, принадлежащего к глубоким и чистым водоемам. Однако наряду с озерными формами р. Нева обогащается, по мнению Скорикова, чуждыми ей организмами, поступающими особенно в весеннее время паводков из притоков. Поэтому фауну р. Невы, в том числе коловраток, Скориков подразделяет на 2 категории. К первой относятся типичные члены планктона — «постоянно планктонные» формы — р. Невы. Вторую категорию — «случайно планктонных» форм — составляют прибрежные и типично донные коловратки, встречающиеся в реке редко и в небольшом количестве.

Организмы первой группы, названные катаробионтами, Скориков предлагает использовать для оценки воды, благоприятной в санитарном отношении. К ним принадлежат *Asplanchna priodonta*, *A. herricki*, *Conochilus unicornis*, *C. hippocrepis*, *Collotheca mutabilis*, *C. pelagica*, *C. discophora*, *Synchaeta stylata*, *S. grandis*, *S. oblonga*, *S. tremula*, *Tylotrocha monopus*, *Pleurotrocha petromyzon*, *Keratella cochlearis*, *K. cochlearis tecta*, *Kellicottia longispina*, *Notholca caudata*, *Trichocerca porcellus*, *T. rousseleti*, *T. capucina*, *Euchlanis lyra*, *Polyarthra platyptera*, *P. euryptera*, *Bipalpus hudsoni*, *Ploesoma truncata*, *Chromogaster testudo*, *Gastropus stylifer*. Эти коловратки свойственны как планктону Ладожского озера, так и р. Невы. Кроме того, в группу катаробионтов входят и другие коловратки, редко встречающиеся и не характерные для этих водоемов: *Notholca foliacea*, *Trichocerca cylindrica*, *Brachionus angularis*, *Filinia longiseta*, *Keratella quadrata*, *Pompholyx sulcata*, *Notholca squamula*, *N. jugosa*, *N. labis*, *N. triarthroides*.

Степень участия в планктоне р. Невы форм второй группы говорит о количестве в нем случайных элементов, которые могут быть занесены

с поступающими в реку водами или развиться в ее отдельных прибрежных участках. Эти прибрежные зарослевые (*Collotheca ornata*, *C. ornata cornuta*, *C. campanulata*, *Cephalodella sterea*, *Lecane lunaris*, *L. luna*, *Trichotria pocillum*, *T. tetractis*, *Chromogaster ovalis*) и донные обитатели (*Rotaria rotatoria*, *Philodinidae* sp.) обычно характерны для водоемов с естественным

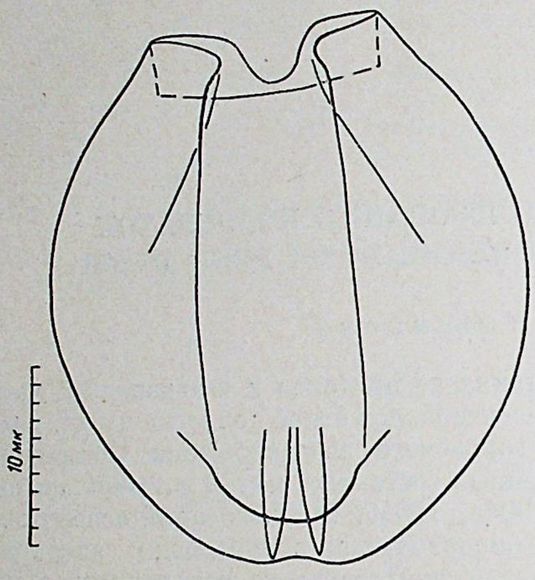



Рис. 1. *Euchlanis lyra larga* Kut., с брюшной стороны.

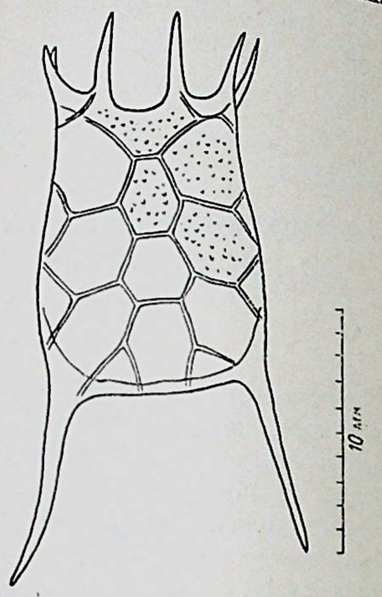



Рис. 2. *Keratella hiemalis* Carlin, со спинной стороны.

загрязнением или со слабым загрязнением сточными водами. Наконец, выделяются еще организмы, нахождение которых в воде говорит о неблагополучном санитарном ее состоянии. К ним относятся обитатели несколько очищенных сточных вод и формы, жизнь которых невозможна

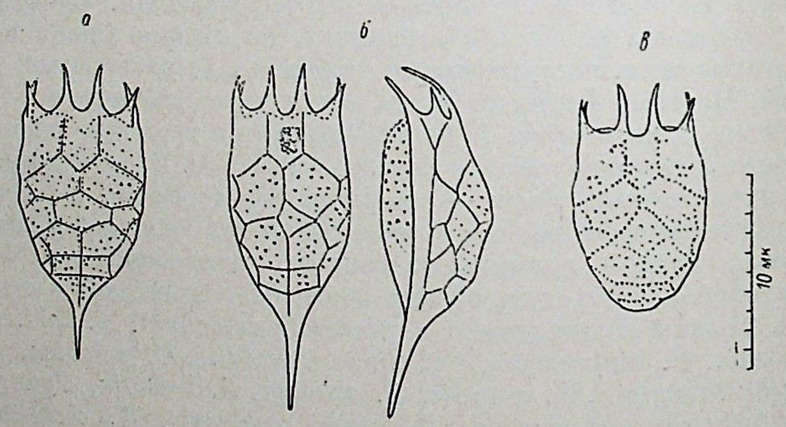



Рис. 3. *Keratella irregularis* (Laut.).
*а — K. irregularis irregularis* (Laut.); *б — K. irregularis angulifera* (Laut.); *в — K. irregularis wartmanni* (Asper et Heusch.).

в чистых водах. В невской воде коловратки последних двух групп Скориковым найдены не были.

За прошедшие десятилетия стоки с промышленных и бытовых предприятий заметно изменили качественную оценку невской воды (см. статьи Н. Г. Озерецковской и Н. Ф. Смирновой, А. Г. Родиной и Н. К. Кузьмицкой в наст. сб.). В меньшей степени они повлияли на характеристику зоопланктона, в частности на фауну коловраток.



Основным материалом для данной работы послужили сборы планктона, произведенные сотрудниками Зоологического института АН СССР

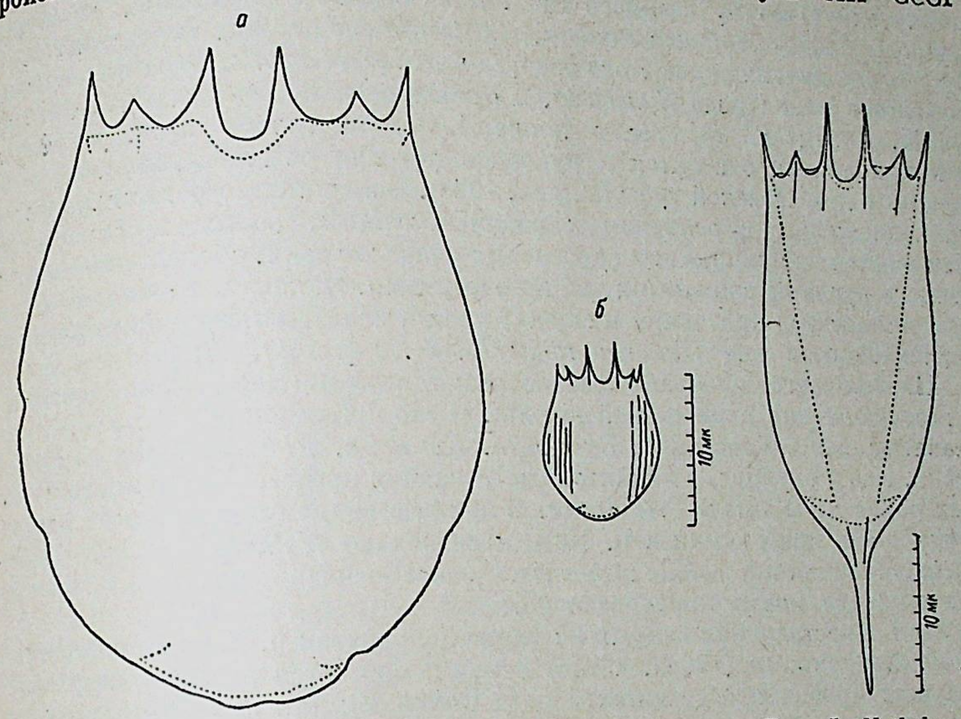



Рис. 4. *Notholca squamula* (Müll.), со спинной стороны.
*а — N. squamula frigida* Jasch.; *б — N. squamula squamula* (Müll.).

Рис. 5. *Notholca caudata* Carlin, со спинной стороны.

М. Б. Ивановой и А. Ф. Алимовым и сотрудницей Главной водопроводной станции управления «Ленводопровод» Е. Е. Раскиной, которым автор приносит свою благодарность.

Нам было передано 114 проб планктона, собранных в течение 1962—1963 гг. и зимой 1964 г. цепелином и сеткой Апштейна из газа № 67, ведром с последующим процеживанием через сетку из газа того же номера, а также с помощью «предварительных» мембранных фильтров. Кроме того, в апреле—мае 1965 г. автором было взято несколько проб цеппелином из газа № 64 из р. Невы в черте города.

За исключением наших сборов, коловратки определялись в фиксированном состоянии. Последнее обстоятельство затрудняло определение большинства *Bdelloidea* и ряда представителей рода *Synchaeta*. Ввиду большой разнородности методики сбора материала не оказалось возможным проведение количественного учета коловраток.

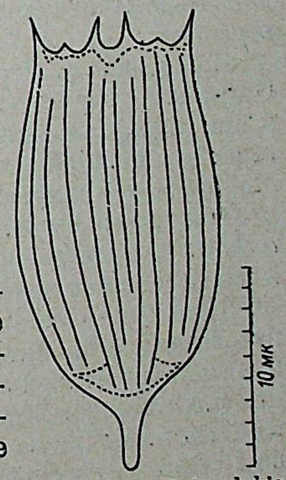



Рис. 6. *Notholca labis* Gosse, со спинной стороны.

В итоге нашего исследования проб планктона р. Невы на всем ее 74-километровом протяжении (на станциях: у истока — у Орешка, у Ивановских порогов, вблизи устьев ее притоков рек Славянки, Охты, Мурзинки, в самом устье, в Невской губе) и из самих притоков, преимущественно устьев рр. Черной, Мойки, Мги, Тосны, Ижоры, Славянки, Мурзинки и Охты, удалось отметить 96 форм коловраток (список; рис. 1—6). Из этого числа видов 49 форм встретилось только в р. Неве, 46 форм — только в притоках и 35 форм оказались общими для Невы и притоков.

Как известно, р. Нева, соединяя мощной струей Ладожское озеро с Финским заливом, не успевает на своем коротком пути сильно изменить планктонную фауну озерного типа. В ее основной комплекс, по нашим данным, входят *Notholca caudata*, *Kellicottia longispina*, *Polyarthra luminosa* и ряд других видов этого рода, *Conochilus unicornis*, *Bipalpus hudsoni*, несколько видов рода *Synchaeta*, в особенности *S. stylata*, *Notholca squamula*, *Keratella cochlearis*, а также *Asplancha herricki* и *A. priodonta*. Эти коловратки относятся к руководящим или обычным элементам зоопланктона и Невской губы (Рылов, 1923). Большинство остальных форм, принадлежащих в основном к родам *Euchlanis*, *Lecane* и *Trichocerca*, вымывается из прибрежных зарослевых участков реки, обогащая планктон речного русла не типичными для него формами. Наконец, несколько коловраток вносятся притоками и служат иногда качественными показателями загрязненности вод (*Rotaria rotatoria*, *R. neptunia*, *Epiphanes senta*).

Наибольшего видового разнообразия невский планктон достигает в весенне-летний период (май—июль). В это время наиболее полно представлены роды *Polyarthra*, *Synchaeta*, *Keratella*, *Ploesoma*. До глубокой осени, еще в октябре, в планктоне встречаются представители альгобионтных родов *Euchlanis* и *Trichocerca*. В количественном отношении с ранней весны до поздней осени в р. Неве преобладают *Notholca caudata*, *Kellicottia longispina* и *Keratella cochlearis*, причем последние два вида находятся в планктоне почти круглогодично.

При сопоставлении данных по фауне коловраток р. Невы, полученных А. С. Скориковым (1904а, 1904б) и нами, бросается в глаза отсутствие в наших пробах представителей рода *Collotheca*; так называемых американских форм, ранее известных из Великих озер, *Tylotrocha monopus* и *Epiphanes pelagica*; а также новых, описанных Скориковым видов *Trichocerca marina* и *Notholca triarthroides*. Все эти виды были отнесены Скориковым к типичным членам планктона Невы. Несмотря на то что количество отмеченных форм коловраток в наших сборах меньше, чем у Скорикова (49 против 66), общая картина фауны коловраток и число характерных планктонов (33 против 36 ранее известных) остались почти прежними.

В притоках р. Невы видовой состав качественно не менее разнообразен. Отдельные элементы невского планктонного комплекса встречаются в притоках, попадая в их приустьевые зоны с нагоном вод, как *Notholca caudata* в рр. Мойку, Тосну, Охту и *Kellicottia longispina* в рр. Черную, Мойку, Мгу, Тосну, Охту. Последний как типично озерный вид развивался в Охтинском озере. Наконец, широко распространенные *Keratella cochlearis*, *Synchaeta stylata* и *Polyarthra luminosa* могут считаться постоянными членами планктона и в невских притоках.

В видовом составе коловраток притоков р. Невы можно отметить преобладание планктонных форм над зарослевыми и донными. Исключение составляют лишь р. Ижора и в особенности наиболее хорошо изученная р. Славянка. Если из общего числа видов коловраток в Черной речке из 27, в р. Мойке из 24, в р. Мге из 22 на долю планктонтов приходится по 14 форм в каждой, в р. Тосне из 24 на долю планктонтов — 16 форм, то в р. Славянке из 30 отмеченных форм лишь 10 является планктонными, а в р. Ижоре из 12 лишь 4 планктонные формы.

Для рр. Славянки и Ижоры оказались общими заметное развитие донных обитателей коловраток группы *Bdelloidea*, в частности *Rotaria neptunia* и *R. rotatoria*, и отсутствие в них нагонных невских *Kellicottia longispina* и *Notholca caudata*, а также ряда других представителей родов *Notholca* и *Polyarthra*.

Качественное своеобразие видового состава коловраток р. Славянки заключается прежде всего в преобладании сапробных форм, преимущественно в планктоне среднего и нижнего ее течений. Вблизи истока, около села Покровского, р. Славянка представляет собой небольшой, со слабым загрязнением ручей. Здесь в летне-осеннее время (июль—октябрь) развиваются многие из найденных в р. Славянке коловраток, в том числе альгобионты *Trichocera rattus carinata*, *Trichotria pocillum*, *Testudinella patina*, *Lepadella ovalis*, *Lecane luna*, *Mytilina mucronata*, *Brachionus quadridentatus*, а в холодное время (февраль) — планктонты *Notholca acuminata* и *Keratella hiemalis*. Резко меняется фауна ниже г. Павловска. В грязной от городских стоков воде или совсем нет коловраток, или в значительном количестве здесь встречаются невзыскательные к среде представители группы *Bdelloidea* и *Epiphanes senta*, которые вымываются и в русло р. Невы. Развитие *E. senta* в р. Славянке, видимо, связано с большим числом видов водорослей группы эвгленовых (Раскина, наст. сб.), которые служат им пищей (Эрман, 1962, и др.). В р. Славянке встречаются коловратки рода *Brachionus*, совсем не характерные для водоемов невского бассейна (Скориков, 1904а; Рылов, 1923).

По характеру своей фауны к этим притокам примыкает р. Охта. Протекая через Охтинское озеро, она содержит озерные формы *Kellicottia longispina*, *Keratella cochlearis*, *Trichocerca rattus carinata*, *Trichotria pocillum*, но в предустьевом, уже более загрязненном участке, наряду с донными обитателями имеет также невские «нагонные» формы, как *Notholca caudata* и представителей рода *Polyarthra*. Очень загрязненным промышленными стоками оказался маленький левобережный приток — р. Мурзинка. В пробах, полных капель маслянистых черных соединений, удалось распознать лишь *Keratella cochlearis* и представителей группы *Bdelloidea*. Другие притоки р. Невы — Черная речка, рр. Мойка, Мга, Тосна — по качественному составу своей фауны несомненно ближе между собой и с Невой. К постоянным компонентам их планктона относятся *Kellicottia longispina*, *Keratella cochlearis*, представители родов *Polyarthra* и *Synchaeta*, а для некоторых из них *Asplanchna* и *Bipalpus*. В рр. Черной, Мойке, Мге, Тосне отмечен ряд форм (*Keratella serrulata*, *K. irregularis*, *K. cochlearis hispida*, *Trichotria truncata* и *T. tetractis*), типичных для вод болотного происхождения, что согласуется с гидрологическими и гидрохимическими показателями этих рек.

Интересным оказалось нахождение в наших водах *Encentrum putorius putorius*, *E. putorius exterum*, *Monommata actices*, *Notholca squamula frigida*. Последняя отмечалась лишь в шведской р. Мотальстром (Carlin, 1943) и предположительно рассматривалась как возможный результат полиплоидии. После описания Богословским (1960) самок-основательниц, отличающихся большими размерами, можно думать, что цикл размножения, отмеченный у *Conochiloides coenobasis* Sk. и *Sinantherina socialis* (L.), возможен и для ряда других родов, гигантские размеры представителей которых связывались ранее обычно с низкими температурами среды.

Обобщая полученные сведения по фауне коловраток р. Невы и ее притоков, можно заключить следующее. Река Нева сохраняет на своем пути основной планктонный комплекс коловраток Ладожского озера, снабжая ими во время нагона приустьевые участки большинства притоков. Существенных изменений в видовом составе фауны коловраток р. Невы за прошедшие шесть десятилетий не отмечается. Отсутствие в невском планктоне ряда вышеупомянутых видов, найденных Скориковым (1904б), такого представления не меняет.

Исходя из положений Долгова и Никитинского (1927), определяющих степень сапробности среды с помощью организмов-индикаторов, можно полагать, что невский ротаторный планктон формируется из олигосапробов и β-мезосапробов, характерных для планктона олиготрофных северных и высокогорных озер.

Влияние фауны коловраток притоков на таковую р. Невы невелико, и если отмечается, то вблизи их устьев. Некоторые организмы, составляющие фауну притоков, являются α- и β-мезосапробными формами. К α-мезосапробам относятся *Epiphanes senta* и *Dicranophorus caudatus*, ранее не отмеченные Скориковым. Возможно, что в р. Славянке они появились в связи с увеличившимся за прошедшие годы ее загрязнением.

Несмотря на то что многие коловратки могут служить хорошими индикаторами качественного состояния водной среды, использование их для оценки санитарного состояния текучих вод оказывается в ряде случаев ограниченным. Так, невские коловратки, вероятно, благодаря многоводности, быстроте течения и малой протяженности р. Невы слабо отражают происходящие изменения в реке в сторону ухудшения ее санитарного состояния.

## ЛИТЕРАТУРА


Богословский А. С. 1960. Наблюдения за размножением *Conochiloides coenobasis* Skorikov и установление новой для гетерогенных коловраток физиологической категории самок. Зоол. журн., XXXIX, 2 : 670—677.

Деньгина Р. С. 1962. О планктонной фауне шхерного района Ладожского оз. В сб.: Биология внутренних водоемов Прибалтики. Тр. VII науч. конф. по изуч. внутр. водоемов Прибалтики, Изд. АН СССР, М.—Л. : 245—248.

Деньгина Р. С. 1964. Сезонная динамика в глубоководной части Ладожского озера. В сб.: Элементы режима Ладожского озера, М.—Л. : 80—107.

Долгов Г. И. и Я. Я. Никитинский. 1927. Гидробиологические методы исследования. В кн.: Стандартные методы исследования питьевых и сточных вод. Изд. Постоянного Бюро Всесоюзн. водопров. и сантех. съездов, М. : 1—75.

Озерецковская Н. Г. и Н. Ф. Смирнова. Гидрохимические исследования реки Невы в 1962—1964 гг. (Наст. сб.).

Раскина Е. Е. Фитопланктон реки Невы. (Наст. сб.).

Родина А. Г. и Н. К. Кузьмицкая. Микробиологические исследования реки Невы. (Наст. сб.).

Рылов В. М. 1923. Зоопланктон Невской губы. В сб.: Исследования реки Невы и ее бассейна, 3, Петроград : 1—85.

Скориков А. С. 1904а. Наблюдения над планктоном Невы. Тр. общ. испыт. природы Харьк. унив., 39, 2 : 1—22.

Скориков А. С. 1904б. О летнем планктоне реки Невы и отчасти Ладожского озера. Вестник промышленности, I : 1—21.

Скориков А. С. 1910. Зоологические исследования Ладожской воды как питьевой. СПб. : 1—123.

Эрман Л. А. 1962. Об использовании трофических ресурсов водоемов планктонными коловратками. Бюлл. Моск. общ. испыт. природы, 67, 4 : 32—47.

Carlin B. 1943. Die Planktonrotatorien des Motalström. Medd. från Lunds Univ. Limn. Inst., 5 : 1—256.


*Список коловраток, найденных в р. Неве и ее притоках в 1962—1965 гг.*[1]

*Anuraeopsis fissa* (Gosse) — Н. о. С. (17 VII 1963).
*Aspella circinator* (Gosse) — О. (17 VII 1963).
*Asplanchna herricki* de Guerne — Н. ис. (16 VII 1963), у. Н. (18 VII 1963).
*A. priodonta priodonta* Gosse — Н. ис. (29 V, 16 VII 1963), Н. о. С. (30 V 1963), Ч. (30 V, 17 VII 1963), М. (22 VII 1963).
*A. priodonta helvetica* Imhof — Мг. (22 VII 1963).
*Bipalpus hudsoni* (Imhof) — Н. ис. (16 VII 1962), Н. И. п. (17 VII 1962), Н. о. С. (9 X 1962, 30 V, 16 VII 1963), Н. о. О (30 V 1963), Ч. (30 V 1963).

[1] В списке видов буквами обозначены места нахождений. В самой р. Неве: у истока (Н. ис.), у Ивановских порогов (Н. И. п.), около устья Славянки (Н. о. С.), устья Охты (Н. о. О.), в устье Невы (у. Н.), в Невской губе (Н. г.). В притоках Невы: в рр. Черной (Ч.), Мойке (М.), Мге (Мг.), Тосне (Т.), Ижоре (И.), Славянке (С.), Мурзинке (Мз.) и Охте (О.). В скобках помещены даты нахождений.



*Brachionus angularis angularis* Gosse — Т. (22 VII 1963).
*B. angularis bidens* (Plate) — С. (22 V 1963).
*B. calyciflorus calyciflorus* Pallas — С. (23 V 1963), О. (17 VII 1963).
*B. calyciflorus amphiceros* (Ehrb.) — С. (23 V 1963).
*B. calyciflorus anuraeiformis* Brehm. — С. (22 X 1963).
*B. quadridentatus brevispinus* (Ehrb.) — С. (20 VII 1963).
*B. quadridentatus quadridentatus* Herm. — С. (20 VII 1963)
*Cephalodella gibba* (Ehrb.) — С. (24 X 1963).
*Colurella adriatica* Ehrb. — И. (7 II 1964).
*C. uncinata bicuspidata* (Ehrb.) — М. (9 X 1962).
*Conochilus hippocrepis* (Schr.) — Т. (22 VII 1963).
*C. unicornis* Rouss. — Н. ис. (29 V 1963), Н. о. С. (16 VI 1962), у. Н. (18 VII 1963).

*Dicranophorus caudatus* (Ehrb.) — С. (22 VII 1963).
*Dissotrocha aculeata* (Ehrb.) — Н. о. С. (30 V 1963).
*Encentrum putorius putorius* Wulf. — Мг. (24 X 1963), И. (7 II 1962).
*E. putorius exterum* Don — С. (24 V 1963).
*Epiphanes senta* (Müll.) — Н. о. С. (30 V 1963), С. (22 VI 1963, 22 X 1963).

*Euchlanis deflexa* (Gosse) — Ч. (9 X 1962), Мг. (24 X 1963), Т. (9 X 1962).

*Eu. dilatata dilatata* Ehrb. — Н. о. С. (3 X 1962), Н. г. (17 VII 1963), Ч. (17 VII 1963), М. (9 X 1962), И. (9 X 1962), О. (17 VII 1963).

*Eu. dilatata lucksiana* Hauer — Н. о. С. (3 X 1963).
*Eu. dilatata unisetata* Leyd. — Н. ис. (29 V, 16 VII 1963), Н. о. С. (30 V, 17 VII 1963), Н. о. О. (17 VII 1963), М. (23 X 1963), С. (20 VII 1963).

*Eu. lyra* Huds — Н. о. С. (17 X 1962), Н. о. О. (17 VII 1963), Ч. (30 V, 17 VII 1963), Т. (9 X 1962), С. (24 V 1963).

*Eu. lyra larga* Kut. — И. (23 V 1963).
*Eu. myersi* Kut. — Т. (9 X 1962).
*Eu. triquetra* Ehrb. — Ч. (17 VII 1963).
*Filinia longiseta longiseta* (Ehrb.) — Ч. (17 VII 1963), Мг. (22 VII, 24 X 1963).
*F. longiseta limnetica* (Zach.) — М. (22 VII 1963), С. (23 V 1963).
*Gastropus stylifer* Imh. — Н. о. С. (16 VII, 3 X 1962), Мг. (22 VII 1963).

*Habrotrocha collaris* (Ehrb.) — С. (6 II 1964).
*Kellicottia longispina* (Kell.) — Н. ис. (29 V 1963, 16 VII 1962), Н. о. С. (16 VII, 3 X, 9 X 1962; 23 III 1963), Н. о. О. (9 X 1962; 30 V, 17 VII 1963), у. Н. (31 V, 18 VII 1963), Ч. (30 V, 17 VII 1963), М. (22 VII, 23 X 1963), Мг. (22 VII 1963), Т. (22 VII 1963), О. (17 VII 1963; 9 X, 8 II 1962).

*Keratella cochlearis cochlearis* (Gosse) — Н. ис. (16 VII 1962), Н. о. С. (16 VII, 3, 9 X 1962), Н. о. О. (17 VII 1962), у. Н. (31 V 1963), Н. г. (10 X 1962), Ч. (9 X 1962), М. (9 X 1962; 22 VII 1963), Мг. (22 VII 1962), Т. (9 X 1962; 22 VII 1963), С. (7 II, 22 VII, 24 X 1962; 22 V 1963), Мз. (9 X 1962) О. (8 II 1962; 17 VII 1963).

*K. cochlearis hispida* (Laut.) — Н. о. С. (17 VII 1963), у. Н. (18 VII 1963), М. (22 VII 1963), Т. (22 VII 1963).

*K. cochlearis macracantha* (Laut.) — Н. ис. (29 V 1963), у. Н. (31 V 1963), Ч. (30 V 1963).

*K. cochlearis tecta* (Gosse) — Ч. (17 VII 1963), Мг. (22 VII 1963).
*K. hiemalis* Carl. — у. Н. (26 V 1965; 18 VII 1963), С. (22 X 1963).

*K. irregularis irregularis* (Laut.) — Мг. (22 VII 1963), Т. (22 VII 1963).
*K. irregularis angulifera* (Laut.) — Н. ис. (16 VII 1962), Н. о. С. (16 VII 1962).

*K. irregularis wartmanni* (Asper et Heusch.) — Ч. (22 II 1963), М. (22 VII 1963).

*K. serrulata* (Ehrb.) — Ч. (9 X 1962; 30 V 1963), М. (9, 23 X 1962), Т. (9 X 1962; 23 V 1963).

*K. testudo* (Ehrb.) — Мг. (24 X 1963).

| | |
|---|---|
| *K. ticinensis* (Call.) | М (9 X 1962). |
| *Lecane (Lecane) luna* (Müll.) | Ч. (17 VII 1963), С. (20 VII 1963). |
| *Lecane (Monostyla) lunaris* (Ehrb.) | Н. о. С. (16 VII 1962), Ч. (9 X 1962), М. (9 X 1962; 23 X 1963), Мг. (24 X 1963), Т. (9 X 1962), И. (7 II 1964), С. (24 V 1964). |
| *Lepadella patella* (Müll.) | М. (9 X 1962), Т. (9 X 1962), С. (24 V, 20 VII 1963). |
| *L. ovalis* (Müll.) | Ч. (30 V 1963), Мг. (24 X 1963), Т. (23 V 1963), С. (20 VII 1963). |
| *Lophocharis oxysternon* (Gosse) | М. (9 X 1962). |
| *L. salpina* (Ehrb.) | Мг. (24 X 1963), С. (23 V 1962). |
| *Monommata actices* Harr. et Myers | М. (22 VII 1963). |
| *Mytilina mucronata mucronata* (Müll.) | С. (20 VII 1963). |
| *M. mucronata spinigera* (Ehrb.) | М. (9 X 1962). |
| *Notholca acuminata* (Ehrb.) | у. Н. (10 V 1965), С. (6 II 1964). |
| *N. caudata* Carl. | Н ис. (16 VII 1962; 29 V, 22 VII 1963), Н. И. п. (30 V, 17 VII 1963), Н. о. С. (16 VII 1962; 30 V 1963), Н. о. О. (9 X 1962; 17, 30 V 1963), у. Н. (31 V, 17 VII 1963), Н. г. (10 X 1962), М. (9 X 1962; 23 V, 23 X 1963), Т. (22 VII 1963), О. (9 X 1962; 30 V 1963). |
| *N. labis* Gosse | М. (23 X 1963), Мг. (24 X 1963). |
| *Notholca squamula* (Müll.) | у. Н. (29 V 1965), Т. (22 III 1963). |
| *N. squamula frigida* Jasch. | Н. о. С. (23 III 1963). |
| *Polyarthra dolichoptera* Idels. | Т. (24 X 1963), С. (23 V, 24 X 1963). |
| *P. euryptera* Wierz. | Н. о. С. (17 VII 1963), Мг. (22 VII 1963). |
| *P luminosa* Kut. | Н. ис. (17 VII 1963), Н. И. п. (16 VII 1962, 17 VII 1963), Н. о. С. (16 VII 1962; 30 V, 17 VII 1963), Н. о. О (17 VII 1963), у. Н. (18 VII 1963), Ч. (17 VII 1963), Мг. (22 VII 1963), Т. (22 VII 1963), О. (17 VII 1963). |
| *P. major* Burck. | Н. ис. (16 VII 1963), Н. о. О. (17 VII 1963), у. Н. (18 VII 1963), М. (22 VII 1963), О. (17 VII 1963). |
| *P. remata* Scor. | Н. ис. (16 VII 1963), Н. о. С. (17 VII 1963), Т. (22 VII 1963). |
| *P. vulgaris* Carl. | Н. о. С. (16 VII 1962), Ч. (9 X 1962; 30 V 1963). |
| *Pompholyx sulcata* Huds. | Т. (22 VII 1963). |
| *Platyias quadricornis* (Ehrb.) | И. (22 VII 1963). |
| *Ploesoma triacanthum* (Berg.) | у. Н. (18 VII 1963). |
| *P. truncatum* (Lev.) | Н. о. С. (16 VII 1962), Мг. (22 VII 1963). |
| *Postclausa minor* (Rouss.) | Н. о. С. (16 VII, 3 X 1962), Мг. (22 VII 1963). |
| *Proales daphnicola* Thomp. | Н. о. С. (16 VII 1962), М. (9 X 1962). |
| *Rotaria neptunia* (Ehrb.) | Н. о. С. (9 X 1962), И. (9 X 1962; 23 V, 24 X 1963), С. (3, 24 X 1962; 22 VII 1963) |
| *R. rotatoria* (Pall.) | Н. о. С. (22 VII 1963), Н. о. О. (17 VII 1963), И. (23 V, 22 VII 1963), С. (22 VII, 24 X 1963), О. (17 VII 1963). |
| *Synchaeta baltica* Ehrb. | Н. о. С. (9 X 1962), Н. о. О. (30 V, 17 VII 1963), у. Н. (29 V 1965), М. (9 X 1962), Т. (22 III 1963). |
| *S. grandis* Zach. | Н. ис. (29 V, 16 VII 1963), Н. о. С. (30 V, 17 VII 1963), Н. о. О. (17 VII 1963), Ч. (30 V, 17 VII 1963), О. (9 X 1962). |
| *S. gyrina* Hood | Н. о. С. (22 III 1963), у. Н. (26 V 1965), С. (22 X 1963). |
| *S. kitina* Rouss. | Н. ис. (29 V 1963), Н. о. С. (3 V 1962). |
| *S. pectinata* Ehrb. | Н. о. С. (30 V 1963), И. (23 V 1963). |
| *S. stylata* Wierz. | Н. ис. (16 VII 1962; 29 V 1963), Н. о. С. (16 VII, 3 X 1962; 30 V 1963), Н. о. О. (17 VII 1963), у. Н. (31 V, 18 VII 1963), Ч. (30 V, 17 VII 1963), Мг. (22 VII 1963), Т. (22 VII 1963), И. (24 X 1963). |



| | |
|---|---|
| *S. tavina* Hood | Н. ис. (29 V 1963). |
| *S. tremula* (Müll.) | Н. ис. (16 VII 1963), И. (23 V 1963). |
| *S. vorax* Rouss. | Н. ис. (29 V, 22 VII 1963), Н. о. С. (3 X 1962), Н. о. О. (9 X 1962), Н. г. (22 VII 1963), Т. (5 II 1964), И. (23 V 1963). |
| *Testudinella patina* (Herm.) | Н. о. С. (16 VII 1962), Мг. (24 X 1963), Т. (23 V 1963), С. (20 VII 1963). |
| *Trichocerca elongata* (Gosse) | Ч. (23 V 1963). |
| *T. longiseta* (Schr.) | Н. ис. (16 VII 1963), Ч (17 VII 1963), Т. (24 X 1963). |
| *T. musculus* (Hauer) | Н. о. О. (10 X 1962). |
| *T. porcellus* (Gosse) | Н. о. С. (17 VII 1963), Н. о. О. (9 X 1962), Ч. (17 VII 1963), М. (23 X 1963). |
| *T. pusilla* (Jenn.) | Н. ис. (16 VII 1963), Н. о. С. (17 VII 1963). |
| *T. rattus carinata* (Ehrb.) | Ч. (17 VII 1963), С. (20 VII 1963). |
| *T. tenuior* (Gosse) | у. Н. (10 X 1962). |
| *T. tigris* (Müll.) | Н. ис. (22 VII 1963). |
| *Trichotria poccillum* (Müll.) | М. (23 X 1963), Мг. (24 X 1963), С. (20 VII, 22 X 1963). |
| *T. tetractis* (Ehrb.) | Ч. (17 VII 1963). |
| *T. truncata* (Whitel.) | Ч. (9 X 1962). |

# ПЛАНКТОННЫЕ *CRUSTACEA* РЕКИ НЕВЫ И ЕЕ ПРИТОКОВ

*М. Б. Иванова*

Первые исследования зоопланктона р. Невы были проведены А. С. Скориковым (1904а, 1910). Главное внимание в них уделялось изучению коловраток, список ракообразных насчитывал немного видов, часть *Crustacea* была определена только до рода. В последующие годы появились работы, посвященные зоопланктону Невской губы (Рылов, 1923) и Ладожского озера (Соколова, 1927, 1956), однако зоопланктон самой реки и влияние на него загрязнений оставались в стороне. В настоящей работе мы поставили целью определить по возможности более полно состав планктонных *Crustacea* и выяснить, как воздействуют на них условия Невы. Проводилось сравнение состава ракообразных Невы и ее притоков. Наблюдения над зоопланктоном производились с 1962 по 1964 г. Пробы собирались с борта катера сетью — цеппелином, газ № 58. В прибрежной части Невы, а также в устьевых частях ее притоков материал собирался с помощью закидной сети Апштейна, газ того же номера; были просмотрены пробы, взятые скребком с грунта.

## Планктонные ракообразные р. Невы

Зоопланктон р. Невы образован за счет планктонных организмов, выносимых током воды из Ладожского озера. Он состоит из форм, типичных для пелагиали озер, с некоторой примесью литоральных, зарослевых и эвритопных форм. Видовой состав почти не меняется от истока до устья. Как показал анализ встречаемости планктонных ракообразных в пробах, по всему течению Невы часто встречающимися остаются *Limnocalanus macrurus*, *Eudiaptomus gracilis*, *Eurytemora lacustris*, *Mesocyclops leuckarti*, *M. oithonoides*, *Bosmina longirostris*, *Chydorus sphaericus*, т. е. виды пелагического планктона и эвритопные (табл. 1). Кроме них, к этой же группе относится и типично зарослевая форма *Sida crystallina*, однако ниже впадения р. Славянки она в отличие от других перечисленных выше видов почти не встречается. Что касается редких форм, то можно заметить небольшое увеличение числа литоральных видов вниз по течению реки (рис. 1). Только в истоке Невы у Орешка встречены *Holopedium gibberum*, *Daphnia cucullata*, *Eurycercus lamellatus*, *Pleuroxus trigonellus*. В пределах городской черты ниже впадения р. Славянки найдены *Macrocyclops albidus*, *Acanthocyclops viridis*, *A. bicuspidatum*, *Microcyclops varicans*, *Bosmina crassicornis*.

Все эти организмы пойманы в небольшом количестве в отдельных пробах. Преобладание по количеству экземпляров в пробе и по частоте встречаемости по всему течению Невы принадлежит формам Ладожского



ТАБЛИЦА 1

Встречаемость ракообразных в пробах в р. Неве (в % от общего количества проб)[1]

| Организмы | 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|---|
| ***Cladocera*** | | | |
| *Sida crystallina* (O. F. Müller) | 30 | 50 | Ед. |
| *Holopedium gibberum* Zaddach | Ед. | — | — |
| *Daphnia longispina hyalina* (Leydig) | 20 | 25 | — |
| *D. cucullata* Sars | Ед. | — | — |
| *Eurycercus lamellatus* (O. F. Müller) | Ед. | — | — |
| *Chydorus sphaericus* (O. F. Müller) | 40 | 50 | 20 |
| *Rhynchotalona falcata* (Sars) | — | Ед. | — |
| *Pleuroxus trigonellus* O. F. Müller | Ед. | — | — |
| *Alona affinis* Leydig | — | Ед. | — |
| *Bosmina longirostris* (O. F. Müller) | 60 | 40 | 50 |
| *B. coregoni* Baird | Ед. | — | Ед |
| *Polyphemus pediculus* (Linné) | Ед. | 40 | — |
| *Leptodora kindtii* (Focke) | 20 | Ед. | 40 |
| ***Copepoda*** | | | |
| *Limnocalanus macrurus* (Sars) | 50 | 20 | 40 |
| *Eudiaptomus gracilis* (Sars) | 90 | 90 | 90 |
| *Eurytemora lacustris* (Poppe) | 60 | 80 | 70 |
| *Heterocope appendiculata* Sars | 20 | Ед. | Ед |
| *Macrocyclops albidus* (Jur.) | — | — | Ед. |
| *Eucyclops serrulatus* (Fisch.) | Ед. | Ед. | Ед. |
| *Acanthocyclops viridis* (Jur.) | — | Ед. | Ед. |
| *A. bicuspidatus* (Claus) | — | — | Ед. |
| *Microcyclops varicans* (Sars) | — | — | Ед. |
| *Mesocyclops leuckarti* Claus | 20 | 35 | 30 |
| *M. oithonoides* (Sars) | 50 | 20 | 25 |

озера, даже в местах с сильно замедленным течением, как Рыбацкая заводь. Как известно, планктон Ладожского озера играет главную роль в формировании планктонного комплекса Невской губы (Рылов, 1923) и даже всей восточной части Финского залива (Соколова, 1927).

Сезонные изменения в составе зоопланктона р. Невы отражают сезонную динамику планктона Ладожского озера. Весной большую часть *Crustacea* составляют ранние копеподитные стадии лимнокалянуса. Летом и осенью основная масса приходится на стадии диаптомуса. *Eurytemora lacustris* также встречается в значительном количестве весной и особенно летом. *Eu. affinis*, встреченная А. С. Скориковым (1910), нами не была найдена. Это, видимо, отражает изменения в составе зоопланктона Шлиссельбургской губы Ладожского озера. Науплиусы *Copepoda* были обнаружены в большом числе в планктоне весной и летом, осенью они не встречаются совсем.

Будучи вынесен из Ладожского озера, зоопланктон сразу попадает в чрезвычайно неблагоприятные для себя условия. Прежде всего из сильно

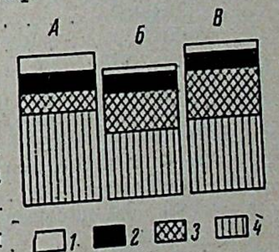



Рис. 1. Соотношение экологически различных видов на разных участках р. Невы.

*А* — Нева от истока до Ивановских порогов; *Б* — Нева от Ивановских порогов до впадения Славянки; *В* — Нева от впадения Славянки до устья. *1* — зарослевые формы; *2* — придонные и прибрежные формы; *3* — эвритопные формы; *4* — озерные пелагические формы.

[1] 1 — участок Невы от истока до Ивановских порогов; 2 — участок Невы от Ивановских порогов до городской черты; 3 — участок Невы от начала городской черты до устья.

ТАБЛИЦА 2

Количество ракообразных в сборе цеппелином (диаметр 25 см) в течение 1 мин.[1]

| Организмы | Май 1963 г. | | | | | | Июль 1963 г. | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 1 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| ***Cladocera*** | | | | | | | | | | | |
| *Sida crystallina* (O. F. Müller) | — | — | 4 | — | — | — | 1 | 8 | 7 | — | — |
| *Holopedium gibberum* Zaddach | — | — | — | — | — | — | 1 | — | — | — | — |
| *Daphnia cucullata* Sars | — | — | — | — | — | — | 135 | — | — | — | — |
| *D. longispina hyalina* (Leydig) | — | 1 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *Bosmina longirostris* (O. F. Müller) | 20 | 28 | 32 | 20 | 28 | 2 | 298 | 120 | 63 | 18 | 30 |
| *B. coregoni* Baird | — | — | — | — | — | — | 45 | — | — | — | 25 |
| *Chydorus sphaericus* (O. F. Müller) | 8 | 8 | — | — | — | — | — | 40 | 21 | — | — |
| *Leptodora kindtii* (Focke) | — | — | — | 1 | — | — | 1 | — | 7 | 3 | 3 |
| *Polyphemus pediculus* (Linné) | — | — | — | — | — | — | — | 8 | — | — | — |
| ***Copepoda*** | | | | | | | | | | | |
| *Limnocalanus macrurus* Sars: | | | | | | | | | | | |
| ad. | — | 4 | 4 | — | 7 | 1 | 54 | — | 7 | — | — |
| juv. I—III | 360 | 48 | 18 | 30 | 64 | 7 | 135 | — | — | — | — |
| juv. IV—V | 44 | 12 | 14 | 12 | — | 9 | — | — | — | — | — |
| *Heterocope appendiculata* Sars: | | | | | | | | | | | |
| juv. | 4 | — | 4 | — | — | — | — | 8 | — | — | — |
| *Eudiaptomus gracilis* (Sars): | | | | | | | | | | | |
| самки с яйцевыми мешками | — | — | — | — | — | — | 90 | 16 | — | — | 5 |
| самки без яйцевых мешков | — | — | — | 2 | — | — | 135 | 54 | 21 | 7 | 35 |
| самцы | 4 | — | — | — | 7 | — | 180 | 48 | 14 | 3 | 20 |
| juv. I—III | 40 | — | — | — | 21 | — | 440 | 24 | 28 | — | 34 |
| juv. IV—V | — | — | 1 | — | 7 | — | 315 | 72 | 7 | — | 40 |
| *Eurytemora lacustris* (Poppe): | | | | | | | | | | | |
| самки с яйцевыми мешками | — | — | — | — | — | — | — | 8 | 14 | 3 | — |
| самки без яйцевых мешков | — | — | — | — | — | — | 45 | 54 | 7 | — | — |
| самцы | — | — | — | 2 | — | — | — | 72 | 21 | 21 | 30 |
| juv. I—III | — | — | — | — | — | — | — | 22 | — | 10 | — |
| juv. IV—V | — | 1 | 8 | 2 | 14 | — | 45 | 42 | 7 | 10 | 5 |
| *Mesocyclops oithonoides* Sars, ad. | 4 | 8 | 8 | — | 28 | — | 135 | 8 | 3 | — | — |
| *M. leuckarti* Claus, ad. | — | 4 | — | — | — | — | — | 24 | 7 | — | 40 |
| *Mesocyclops*, juv. | 4 | 20 | 8 | 24 | 14 | 5 | 45 | 80 | 14 | 3 | 30 |
| *Microcyclops varicans* (Sars) | — | — | — | — | — | — | — | — | 14 | — | — |
| *Cyclops* sp. | — | — | — | — | 14 | — | 36 | — | — | — | — |
| Науплиусы *Copepoda* | 100 | 100 | 72 | 28 | 50 | — | 450 | — | 14 | — | 5 |
| Всего | 588 | 234 | 173 | 120 | 254 | 24 | 2583 | 708 | 290 | 92 | 324 |

[1] 1 — Нева у Петрокрепости; 2 — Нева ниже Ивановских порогов; 3 — Нева на створе ниже Славянки; 4 — Нева ниже впадения Мурзинки, в районе водозабора Южной водопроводной станции; 5 — Нева ниже Охты; 6 — устье Невы.



действующих факторов следует отметить течение, которое в истоке Невы и в районе Ивановских порогов достигает 3.5 м/сек. Постепенно вниз по реке к течению прибавляются такие факторы, как накапливающееся загрязнение воды и увеличение количества взвесей. В числе взвесей, влекомых невской водой, встречается песок, частицы ила, всякого рода неорганические и органические остатки, попадающие в Неву из стоков.

Если мы сравним осадок планктонных проб, взятых у Петрокрепости и в устье реки, то заметим, что цвет его резко отличается, несмотря на то что объем почти не меняется. Зеленый цвет планктонной пробы у истока Невы, связанный с большим количеством водорослей, заменяется в устье на грязно-бурый.

Именно механические взвеси совместно с течением оказывают губительное действие на планктонных рачков. Сточные воды с примесями токсических веществ, таких как фенолы, получают сразу при выходе колоссальное разбавление, поэтому их действие ограничивается только теми организмами, которые попали непосредственно в место стока. Нефтяные загрязнения также не могут сильно повлиять на планктон, так как благодаря сильному течению пленки на поверхности воды не образуется. Данные бентологов (статьи Алимова и Панкратовой в наст. сб.) показывают, что загрязнения воздействуют только на прибрежную полосу, а в медиали Невы выживают даже такие чувствительные к изменению условий формы, как *Mysis oculata relicta*. В Неве не наблюдается дефицита кислорода, количество его по всей толще воды близко к полному насыщению. В то же время грубые частицы, взвешенные по всей толще воды, несомые сильным течением, оказывают травмирующее действие на всю массу зоопланктона.

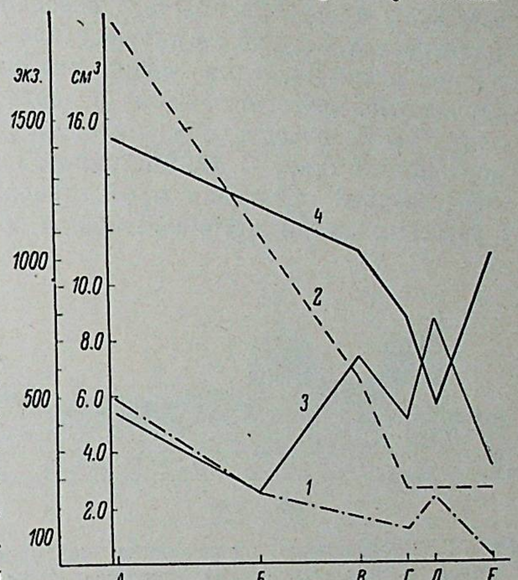



Рис. 2. Изменение объема осадка планктонной пробы и общего числа рачков в р. Неве от истока до устья.

*А* — у Петрокрепости; *Б* — ниже Ивановских порогов; *В* — ниже впадения Славянки; *Г* — ниже впадения Мурзинки; *Д* — ниже впадения Охты; *Е* — в устье Невы. *По вертикали*: слева — количество рачков, справа — объем осадка. *1* — количество рачков в мае; *2* — количество рачков в июле; *3* — объем осадка в мае; *4* — объем осадка в июле.

Для ряда зоопланктеров — обитателей холодных глубин озера, как реликтовый рачок *Limnocalanus macrurus*, среди неблагоприятно действующих факторов на первое место выходит повышение температуры воды в Неве сравнительно с Ладожским озером. Этим В. М. Рылов (1923) объясняет отсутствие в планктоне Невской губы таких форм, как *Heterocope appendiculata* и *Holopedium gibberum*.

Показателем ухудшения условий в воде является резкое изменение количества массовых форм в планктоне (табл. 2), а также уменьшение общего числа планктонных рачков от истока до устья (рис. 2). К наиболее часто встречающимся формам относятся, как мы уже указывали выше, в майских пробах копеподитные стадии лимнокалянуса, в июльских пробах диаптомусы, и в тех и в других науплиусы *Copepoda*. Как показал подсчет организмов, пойманных цеппелином в течение одной минуты, количество планктонных рачков довольно резко уменьшается уже сразу за Ивановскими порогами. На разрезе ниже р. Славянки коли-

чество ракообразных примерно в 3.5 раза меньше их числа у Петрокрепости; наконец, до устья доходит лишь незначительная часть *Crustacea*, вынесенных из Ладоги, всего от 0.15 до 0.04 от первоначального количества.

### Планктонные ракообразные притоков Невы

Состав зоопланктонных *Crustacea* из устьевых частей притоков сильно отличается от такового из Невы. Происхождение пойманных рачков двояко: с одной стороны, можно обнаружить формы озерной пелагиали, попавшие в притоки вместе с невской водой (см. статью Озерецковской и Смирновой, наст. сб.), с другой стороны — это виды, присущие планктону данной реки. Последние можно разбить по их экологии на три группы: зарослевые, нектобентические и эвритопные формы [как основу для деления мы использовали по *Copepoda* работы В. М. Рылова (1930, 1948), по *Cladocera* книгу Е. Ф. Мануйловой (1964)]. Если в невском планктоне виды озерной пелагиали превалировали над остальными группами, то в устьевых частях притоков главная роль принадлежит нектобентическим организмам (рис. 3). Эвритопные и зарослевые формы имеют меньшее значение.

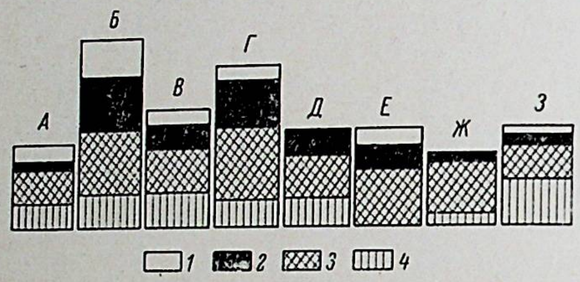



Рис. 3. Соотношение экологически различных видов в устьевых частях притоков Невы.

*А* — р. Черная; *Б* — р. Мойка; *В* — р. Мга; *Г* — р. Тосна; *Д* — р. Ижора; *Е* — р. Славянка, исток; *Ж* — р. Славянка, устье; *З* — р. Охта. Остальные обозначения те же, что на рис. 1.

Реки, впадающие в Неву, представляют собой большое разнообразие условий обитания и соответственно этому отличаются по составу планктонных ракообразных. Реки можно разделить на две группы: в первую группу входят Мойка, Мга и Тосна, в которых преобладают по количеству видов ветвистоусые рачки, во вторую группу входят Ижора, Славянка и Охта, в которых *Copepoda* преобладают над *Cladocera*. В сильно гумифицированной р. Черной также основную массу составляют веслоногие рачки, но по составу видов она стоит несколько в стороне от остальных рек.

Из ветвистоусых рачков наиболее часто встречаются эвритопные виды *Bosmina longirostris* и *Chydorus sphaericus*, а также зарослевая форма *Syda crystallina*. Указанный вид босмины часто встречается и в Неве, однако он может быть и формой собственного планктона притоков, так как он был обнаружен в истоке Славянки. Среди *Cladocera* значительное место занимают представители семейства *Chydoridae*, особенно разнообразны они в Мойке (табл. 3). Наиболее богата фауна летом. Из найденных *Cladocera* с весны до осени встречаются три вида — *Chydorus sphaericus*, *Alona affinis*, *Acroperus harpae harpae*, весной и летом четыре — *Bosmina longirostris*, *B. obtusirostris*, *Polyphemus pediculus*, *Eurycercus lamellatus*, летом и осенью два — *Peracantha truncata*, *Ceriodaphnia reticulata*; только осенью четыре — *Rhynchotalona rostrata*, *Alona rectangula*, *Daphnia longispina hyalina*, *Graptoleberis testudinaria*, остальные десять видов встречаются только летом. *Macrothrix laticornis* найден только зимой в феврале в большем количестве в придонной пробе, взятой в истоке р. Тосны.

Число видов *Cladocera* сокращается по мере увеличения загрязнения притоков. Это видно как из сравнения фауны разных притоков, так и из сопоставления списка видов истока р. Славянки и ее устья. В истоке р. Славянки нами найдено пять видов ветвистоусых рачков, в устье только



ТАБЛИЦА 3

Встречаемость ракообразных в притоках Невы

| Организмы | Черная | Мойка | Мга | Тосна | Ижора | Славянка | | Охта |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | исток | устье | |
| ***Cladocera*** | | | | | | | | |
| *Sida crystallina* (O. F. Müller) | л | л | л | л | — | — | — | л |
| *Diaphanosoma brachyurum* (Lievin) | — | л | — | — | — | — | — | — |
| *Daphnia pulex* (De Geer) | — | л | л | — | — | — | — | — |
| *D. longispina* O. F. Müller | — | л | — | — | — | — | — | — |
| *D. longispina hyalina* (Leydig) | — | — | — | — | — | — | о | — |
| *Ceriodaphnia reticulata* (Jurine) | — | о | — | — | л | — | — | — |
| *C. pulchella* Sars | — | — | л | л | — | — | — | — |
| *Scapholeberis mucrona mucronata* (O. F. Müller) | — | л | — | л | — | — | — | — |
| *Macrothrix laticornis* (Jurine) | — | — | — | з | — | — | — | — |
| *Eurycercus lamellatus* (O. F. Müller) | в, л | в, л | — | — | — | — | — | — |
| *Acroperus harpae* (Baird) | — | в, л, о | в, о | — | — | — | — | — |
| *Peracantha truncata* (O. F. Müller) | — | л | — | — | — | о | — | — |
| *Graptoleberis testudinaria* (Fischer) | — | — | — | — | — | о | — | — |
| *Chydorus sphaericus* (O. F. Müller) | — | в, л, о | в, о | в, л, о | в, л | в, л, о | о | — |
| *Rhynchotalona rostrata* (Koch) | — | о | — | — | — | — | — | — |
| *Alona affinis* (Leydig) | — | в, л | о | л, о | — | — | — | — |
| *A. costata* Sars | — | л | — | — | — | — | — | — |
| *A. rectangula* Sars | — | — | о | — | о | — | — | — |
| *Bosmina longirostris* (O. F. Müller) | в | л | л | л | л | л | — | — |
| *B. obtusirostris* Sars | — | в | — | л | — | — | — | — |
| *Polyphemus pediculus* (Linné) | в, л | в, л | л | л | — | — | — | — |
| *Leptodora kindtii* (Focke) | — | — | — | — | л | — | — | — |
| ***Copepoda*** | | | | | | | | |
| *Limnocalanus macrurus* Sars | — | — | — | — | — | — | — | в |
| *Eudiaptomus gracilis* (Sars) | — | л, о | о | л | в, о | — | — | в, л, о |
| *Eu. coeruleus* (Fischer) | о | — | — | — | — | о | л | — |
| *Eurytemora lacustris* (Poppe) | в, о | о | л, о | в | — | — | — | в, л, о |
| *Heterocope appendiculata* Sars | в | — | — | — | — | — | — | — |
| *Macrocyclops albidus* (Jurine) | л, о | л | — | л | л, о | з | о | — |
| *Eucyclops macrurus* (Sars) | л | л | — | — | — | — | — | — |
| *Eu. serrulatus* (Fischer) | в, о | в, л, о | — | в | в, л, о, з | о, з | л, о | о |
| *Eu. macruroides* (Lilljeborg) | — | — | — | — | — | о | — | — |
| *Eu. macruroides* var. *denticulatus* (Graeter) | — | — | л | — | — | о | — | — |

ТАБЛИЦА 3 (*продолжение*)

| Организмы | Черная | Мойка | Мга | Тосна | Ижора | Славянка | | Охта |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | исток | устье | |
| *Ectocyclops phaleratus* (Koch) . . . . . | — | — | — | — | в | — | — | / |
| *Acanthocyclops viridis* (Jurine) . . . . . | — | в | — | в | — | в | л | л |
| *A. bisetosus* (Rehberg) . | — | — | — | л | — | — | л | / |
| *A. bicuspidatus* (Claus) | о | — | — | о | л | — | л | в |
| *Microcyclops varicans* (Sars) . . . . . | — | — | — | — | — | — | — | в, л |
| *Mesocyclops leuckarti* Claus . . . . . | — | л | л | л, о | в, л | — | — | в |
| *M. crassus* (Fischer) . . | л | — | — | — | — | — | — | / |
| *M. oithonoides* Sars . . | — | в | л | — | — | — | — | — |

Примечание. в — встречены в весенних сборах; л — встречены в летних сборах; о — встречены в осенних сборах; з — встречены в зимних сборах.

два, из которых *Daphnia longispina hyalina* является обитателем пелагиали Ладожского озера и занесена в Славянку из Невы.

Список видов *Copepoda*, встреченных в пробах из притоков, короче списка *Cladocera*, он содержит всего 18 видов, из которых 6 являются ладожскими. Из оставшихся 11 видов приходится на подотряд *Cyclopoida* и только один вид относится к подотряду *Calanoida* — это *Eudiaptomus coeruleus*. В. М. Рылов (1930) считает, что из двух близких форм *Eu. coeruleus* и *Eu. vulgaris* именно *Eu. coeruleus* следует считать основным, а *Eu. vulgaris* подвидом его. Найденные нами экземпляры следует отнести к *Eu. coeruleus*. Этот вид приурочен к мелким водоемам, он был описан Фишером (Рылов, 1930) из прудов Старого Петергофа. В. М. Рылов нашел его в прудах Детского Села и в прибрежной зоне Невской губы, куда он попал также из лежащих вблизи прудов. Нами *Eu. coeruleus* был обнаружен в рр. Черной и Славянке, в последней как в истоке, так и в устье.

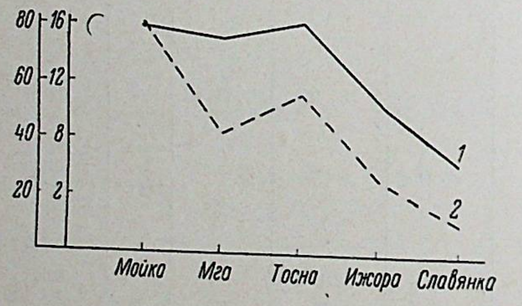



Рис. 4. Среднее насыщение воды кислородом (в %) и количество видов ветвистоусых рачков в устьевых частях притоков Невы.

*1* — % насыщения; *2* — число видов. *По вертикали:* слева — процент насыщения воды кислородом, справа — число видов.

Наиболее распространенным видом из *Cyclopoida* является *Eucyclops serrulatus*, который встречался с весны до осени во всех притоках, а в Славянке и в Ижоре найден и зимой. Часто встречается *Macrocyclops albidus*. Из редких форм можно отметить *Mycrocyclops varicans*, который был найден только в р. Охте, и *Ectocyclops phaleratus*, обнаруженный в р. Ижоре в весенней пробе.

Сравнение состава фауны притоков показало, что при увеличении органического загрязнения воды изменяется соотношение между числом видов *Cladocera* и *Copepoda*. Исключив из списка формы, типичные для планктона Ладожского озера, занесенные с невской водой, а именно: *Limnocalanus macrurus*, *Eudiaptomus gracilis*, *Eurytemora lacustris*, *Mesocyclops oithonoides*, *M. leuckarti*, *Leptodora kindtii*, *Daphnia longispina hyalina*, получаем следующие дроби, в числителе которых стоит количество видов *Cladocera*, присущих данной реке, а в знаменателе то же для *Copepoda*: р. Черная $^{4}/_{5}$, Мойка $^{16}/_{4}$, Тосна $^{11}/_{5}$, Мга $^{8}/_{2}$, Ижора $^{3}/_{4}$, Славянка $^{1}/_{6}$, Охта $^{2}/_{4}$. Этот индекс, показывающий, что преобладают более чувствительные ветвистоусые или менее требовательные циклопы, может служить в качестве показателя для общей оценки количества органических загрязнений в воде. Насколько требовательны к качеству воды ветвистоусые рачки, видно из того, как уменьшается число их видов при уменьшении насыщения воды кислородом (рис. 4). Обилие циклопов в зоне с большим количеством органики связано, видимо, с благоприятными условиями питания, а именно с значительным количеством простейших и бактерий. Их выносливость дает возможность переносить условия загрязнения, в частности некоторый кислородный недостаток. Более точная оценка сапробности по планктонным ракообразным затруднительна из-за недостатка сведений по биологии и экологии. Большинство видов *Cyclopoida*, по литературным данным, относятся к α-мезосапробам, однако могут обитать как в β-мезосапробной зоне, так и в олигосапробной. Полисапробная зона, к какой относится Славянка в средней части, ниже впадения в нее стоков Павловска, не пригодна для обитания даже таких выносливых организмов, как *Eucyclops serrulatus*. Говоря о возможности использования планктонных организмов в качестве индикаторов загрязнения, не следует забывать, что только массовое развитие того или иного организма можно рассматривать как показатель сапробности (Бенинг, 1941). Кроме массового развития форм индикаторов, на качество воды может указывать и общее количество видов, найденных в водоеме. Вернувшись к нашим данным, мы видим, что по степени разнообразия видового состава притоки можно разместить в следующем порядке: Мойка, Тосна, Мга, Ижора, Славянка, Охта, что примерно соответствует степени их загрязнения. Поменялись местами рр. Тосна и Мга.

## Влияние притоков на зоопланктон Невы

На фауне планктонных ракообразных р. Невы практически не сказывается влияние притоков благодаря несоответствию между водным расходом Невы и притоков. В некоторых случаях непосредственно ниже впадения притоков можно было еще встретить формы, характерные для данных рек. Так, в 5 м ниже впадения р. Славянки по левому берегу был найден один экземпляр *Eudiaptomus coeruleus*, в 10 м ниже р. Охты по правому берегу пойманы *Mycrocyclops varicans* и молодь *Acanthocyclops*.

Заметное угнетающее действие на количество планктонных *Crustacea* оказывают в месте впадения загрязненные воды таких притоков, как Славянка и Охта. Примером подобного количественного обеднения может служить проба, взятая в месте выхода вод Охты в июле (табл. 3). Но и губительное влияние притоков сказывается только на небольшом расстоянии от места их впадения, равном примерно 10—12 м вдоль прибрежной полосы. Далее происходит нивелирование числа планктонных организмов в пробе за счет основной струи.

## Выводы

1. Планктонные *Crustacea* р. Невы представлены формами пелагического планктона Ладожского озера. Сезонные изменения в составе и количестве соответствуют изменениям планктона озера.

2. На зоопланктонные организмы, попавшие в Неву из озера, неблагоприятно действуют следующие факторы: сильное течение, увеличение

количества взвесей и повышение температуры. Загрязнение воды промышленными и бытовыми стоками, а также притоками, такими как Ижора, Славянка и Охта, тоже неблагоприятно влияет на планктон, но их действие сказывается лишь непосредственно в месте их впадения в Неву, так как они сильно разбавляются основной невской струей. В результате совместного действия перечисленных факторов до устья Невы доходит около 0.1 всего поступившего в Неву количества планктонных ракообразных.

3. Видовой состав проб из устьевых частей притоков Невы сильно отличается от невского. В нем преобладают формы прибрежные и придонные. Можно выделить реки с преобладанием *Cladocera* (Мойка, Мга, Тосна) и с преобладанием *Copepoda*, именно циклопов (Ижора, Славянка, Охта и сильно гумифицированная р. Черная). Отношение числа видов ветвистоусых рачков к таковому веслоногих может быть использовано как показатель органического загрязнения реки. Однако, так же как и показатель разнообразия видов в пробе, оно может быть применено только для весьма общей оценки состояния водоема.

## ЛИТЕРАТУРА


Алимов А. Ф. 1966. Донная фауна реки Невы. (Наст. сб.).
Бенинг А. Л. 1941. Кладоцеры Кавказа. Тбилиси : 1—383.
Мануйлова Е. Ф. 1964. Ветвистоусые рачки фауны СССР. М.—Л. : 1—326.
Озерецковская Н. Г. и Н. Ф. Смирнова. 1966. О результатах исследования химизма воды Невы и ее притоков. (Наст. сб.).
Панкратова В. Я. 1966. Личинки хирономид (тендипедид) реки Невы. (Наст. сб.).
Рылов В. М. 1923. Зоопланктон Невской губы. Исследования реки Невы и ее бассейна, 2, 2 : 1—85.
Рылов В. М. 1930. Пресноводные *Calanoida* СССР. Определитель организмов пресных вод СССР. А. Пресноводная фауна, I : 1—288.
Рылов В. М. 1948. *Cyclopoida* пресных вод. Фауна СССР, III, 3 : 1—318.
Скориков А. С. 1904а. Наблюдения над планктоном Невы. Тр. Харьк. общ. испыт. природы, 39, 2 : 85—100.
Скориков А. С. 1904б. О летнем планктоне Невы и отчасти Ладожского озера. Вест. рыбопром., 19 : 1—21.
Скориков А. С. 1910. Зоологические исследования Ладожской воды как питьевой. СПб. : 1—123.
Соколова М. Ф. 1927. Зоопланктон восточной части Финского залива. Исследования реки Невы и ее бассейна, 2, 5 : 1—45.
Соколова М. Ф. 1956. Зоопланктон Ладожского озера. Изв. Всесоюзн. н.-иссл. инст. озерн. и реч. рыб. хоз., 38 : 53—65.


# ДОННАЯ ФАУНА РЕКИ НЕВЫ


*А. Ф. Алимов*


Река Нева представляет собой своеобразный и важный в хозяйственном отношении водоем, он давно привлекал внимание биологов. Однако гидробиологические исследования касались в основном планктона и мало затрагивали бентос. Первый список животных бентоса этой реки был опубликован А. С. Скориковым (1910). В период с 1937 по 1938 г. бентос реки изучался Б. М. Александровым, но материалы этих работ не были опубликованы. В течение 1939—1940 гг. на р. Неве работала гидробиологическая экспедиция Зоологического института АН СССР. В результате этих работ были впервые описаны биоценозы бентоса реки (Жадин, Герд, 1961). Работы по санитарному состоянию Невы сотрудников ГОСНИОРХ в 1956—1958 гг. включали в себя и сведения по бентосным животным реки (Гусев, Мосевич, Подоба, Лесников, наст. сб.).

Приводимые в настоящей работе сведения по донной фауне р. Невы являются составной частью исследований, проводившихся Зоологическим институтом АН СССР на р. Неве и ее притоках в период 1962—1964 гг. Работы велись на самой реке на всем протяжении, в устьевых частях ее притоков, кроме того, изучалась донная фауна р. Славянки от ее истока до устья. Пробы бентоса брались с помощью обычных гидробиологических приборов: драги и дночерпателя с площадью захвата $^1/_{40}$ м$^2$; количественные сборы фауны растений проводились с применением рамки площадью 0.25 м$^2$. Пробы брались с катера или с берега. Следует отметить, что изучение бентоса р. Невы представляет определенные трудности из-за больших глубин, сильного течения, каменистых и плотных песчаных грунтов, столь характерных для этой реки. Не имея в своем распоряжении специально оборудованного судна, мы смогли достаточно подробно изучить бентос середины реки лишь в 1964 г. Материалы 1962, 1963 гг. в основном относятся к прибрежной полосе.

Отдельные группы животных были обработаны специалистами Зоологического института АН СССР: ручейники определены С. Г. Лепневой, водяные клещи А. И. Янковской, водные жуки М. Б. Ивановой, поденки Р. С. Казлаускасом. Растительная часть обрастаний определена сотрудником Главной водопроводной станции Е. Е. Раскиной. Материалы по олигохетам, личинкам тендипедид взяты нами из работ Н. П. Финогеновой, В. Я. Панкратовой, которые опубликованы в настоящем сборнике. Моллюски как сборов 1962—1964 гг., так и сборов Г. Г. Якобсона 1906 г., К. К. Гильзена 1916 г. и Б. М. Александрова 1937—1938 гг. были определены мной.


В настоящей статье использованы некоторые материалы Б. М. Александрова по бентосу р. Невы, которые были им любезно предоставлены в наше распоряжение.

Донная фауна р. Невы может быть объединена в следующие группы биоценозов: литореофильные, фитореофильные, псаммореофильные, пелореофильные, переходящие в пелофильные.

Литореофильные биоценозы встречаются в реке на порожистых участках, а также на отдельных камнях, твердых субстратах и различных погруженных в воду предметах на всем протяжении реки. Наиболее типично они представлены у истока реки и в районе Ивановских порогов, где имеются большие скопления разных по величине камней и валунов и высокие скорости течения.

Из растений, прикрепляющихся к камням, встречаются нитчатые водоросли *Ulothrix zonata*, *Cladophora* sp., *Synedra vaucheria*. Наиболее распространена *Ulothrix*, которая встречается на всем протяжении реки.

Животное население этого биоценоза составляют сидячие и подвижные литореофилы. Сидячие представлены гидрами *Hydra* sp., которые отмечены на участках реки с различными скоростями течения и местами достигают численности 50—100 экз./м². На больших скоростях течения в состав этих биоценозов входят олигохеты — *Stylaria lacustris*, *Nais barbata*, *N. communis*, *Tubifex newaensis*, пиявки — *Piscicola geometra*, *Herpobdella octoculata*, *Glossiphonia complanata*, личинки тендипедид — *Cricotopus* гр. *algarum*, *Cricotopus* гр. *silvestris*, *Cricotopus* гр. *biformis*, *Cryptochironomus* гр. *camptolabis*, *Cryptochironomus* гр. *defectus*, *Polypedilum* гр. *convictum*, *Ortocladius* гр. *saxicola*, *Limnophyes pusillus*, *Ablabesmyia* гр. *lentiginosa*, *Eukiefferiella tschernovskij*, *Tanytarsus* гр. *lauterborni*, *Tanytarsus* гр. *gregarius*, *Tendipes* f. l. *salinarius*, *Psectrocladius* гр. *psilopterus*, *Microtendipes* гр. *chloris*, личинки поденок — *Ephemerella ignita*, *Caenis macrura*, *Baëtis niger*, личинки ручейников — *Neureclipsis bimaculata*, *Hydropsyche nevae*, *H. ornatula*, *H.* sp. sp. juv., *Brachycentrus subnubilus*, ракообразные — *Pallasea quadrispinosa*, *Pontoporeia affinis*, *Gammarus lacustris*, моллюски — *Ancylus fluviatilis*, водяные клещи — *Hydrobates fluviatilis*, *H. nigromaculatus*, *Hydrobates* aff. *longipalpis*.

С уменьшением скорости течения и загрязнением грунтов происходят заметные изменения в составе литореофильных биоценозов, обусловленные некоторым заилением камней. Особенно это становится заметно в дельте реки. С увеличением заиления увеличивается фауна олигохет, помимо уже перечисленных, появляются *Nais pseudobtusa*, *Ophidonais serpentina*, *Chaetogaster diaphanus*, *Slavina appendiculata*, *Vejdovskyella intermedia*, *Peloscolex ferox*, *Peloscolex* sp., *Uncinais uncinata*, *Repistes parasita*, *Tubifex ignotus*, *Enchytraeus* sp., увеличивается количество видов пиявок, появляются *Glossiphonia heteroclita*, *Herpobdella testacea*, *Herpobdella* sp., добавляются изоподы — *Asellus aquaticus*, увеличивается фауна моллюсков, появляются *Radix pereger*, *Physa fontinalis*, *Gyraulus albus*, *Valvata piscinalis*, *Sphaerium scaldianum*, *Pisidium amnicum*, *P. henslowanum*.

Близким к литореофильному является биоценоз обрастаний различных твердых предметов, введенных в реку человеком. Он развивается на корпусах различных судов, пристанях, бакенах, плотах и т. д. Его растительная часть состоит из нитчатых водорослей — *Ulothrix zonata*, *Synedra vaucheriae*, *Mougeotia* sp., *Tabellaria flocculosa*, *Oscillatoria granulata*, *O. terebriformis*, *Cladophora* sp., в загрязненных местах преобладают грибы — *Leptomitus* sp. и нитчатые бактерии — *Sphaerotilus natans*. Из животных наибольшим числом видов представлены личинки тендипедид — *Cricotopus* гр. *silvestris*, *Cricotopus* гр. *algarum*, *Brillia longifurca*, *Orthocladius* гр. *saxicola*, *Orthocladius rivicola*, *Ablabesmyia* гр. *lentiginosa*, *Polypedium* гр. *convictum*, *Polypedium pedestre*, *Pentapedilum exectum*, *Eukiefferiella* sp. n., *Pseudosmittia gracilis*, *Pseudosmittia* sp., *Limnophyes pusillus*, *Ablabesmyia* гр. *monilis*, из олигохет встречаются *Stylaria lacustris*, *Nais barbata*, *N. pseudobtusa*, *Repistes parasita*, *Limnodrillus hoffmeisteri*, *Tubifex ignotum*, *Enchytraeus* sp.



Из брюхоногих моллюсков — *Radix pereger*, *Physa fontinalis*, *Gyraulus albus*, *Limnaea stagnalis*, *Coretus corneus*. Наиболее распространены из них *Radix pereger*, *Physa fontinalis*, которые в некоторых местах дельты реки сплошь покрывают облицовку набережных, сваи, пристани и достигают огромной численности. Здесь также встречаются пиявки — *Herpobdella octoculata*, *H. testacea*, *Haemopsis sanguisuga*, личинки поденок — *Ephemerella ignita*, а в наиболее загрязненных местах изопода — *Asellus aquaticus*.

Наиболее часто в этом биоценозе встречаются *Radix pereger*, встречаемость 62%, *Physa fontinalis* — 31%, *Cricotopus* гр. *silvestris* — 39%.

Кроме того, нами было обследовано обрастание гранитной набережной в районе Петропавловской крепости, состоявшее из нитчатых водорослей и бактерии *Sphaerotilus natans*. Из животных там встретились олигохеты семейства *Tubificidae*, пиявки — *Glossiphonia heteroclita*, изопода *Asellus aquaticus*, моллюски — *Radix pereger*, *Physa fontinalis*. Преобладали моллюски *Radix pereger* и олигохеты.

Река Нева широко используется для лесосплава, а поэтому на отдельных ее участках (у устий рр. Тосны, Ижоры, Славянки, у Рыбацкого, в районе Главной водопроводной станции, на многочисленных рукавах дельты и других местах) образуются значительные скопления плотов леса (гонок). Обследование обрастаний гонок показало, что среди нитчатых водорослей живут личинки тендипедид — *Cricotopus* гр. *silvestris*, *Cricotopus* гр. *algarum*, *Polypedium* гр. *pedestre*, *Pentapedilum exectum*, *Psectrocladius* гр. *psilopterus*, олигохеты — *Stylaria lacustris*, *Nais barbata*, *N. communis*, *N. pseudobtusa*, *Enchytraeus* sp.

Доминируют личинки тендипедид рода *Cricotopus*. Из перечисленных видов личинок тендипедид, поселяющихся среди обрастаний плотов леса, мы не можем выделить дендрофилов, как это удалось сделать О. С. Зверевой (1947) на некоторых реках Коми АССР. Например, личинки *Polypedilum* гр. *pedestre* и *Pentapedilum exectum*, относимые Зверевой к дендрофилам, в условиях р. Невы живут среди обрастаний не только древесных, но и других твердых субстратов. Поэтому в р. Неве мы не выделяем дендрофильного биоценоза.

Таким образом, литореофильные биоценозы р. Невы можно разделить на три группы:

1. Биоценозы камней на сильном течении встречаются у истока реки и у Ивановских порогов. Доминирующие формы — *Cricotopus* гр. *silvestris* (встречаемость 18%), *Ephemerella ignita* (22%), *Ancylus fluviatilis* (25%). Максимальная биомасса — 4 г/м².

2. Биоценозы камней на среднем и медленном течении встречаются на всем протяжении реки, наиболее типично представлены в дельте реки. Руководящие формы — *Radix pereger* (26%), *Tubificidae* (35%). Средняя биомасса — 3.6 г/м².

3. Биоценозы перифитона встречаются по всей реке. Руководящие формы *Radix pereger* (40%), *Cricotopus* гр. *silvestris* (45%).

Фитореофильные биоценозы. Заросли макрофитов наиболее пышно развиваются в дельте и в местах с замедленным течением вдоль берегов. По данным В. И. Кожанчикова (1964), в верхнем и среднем течении макрофиты представлены в основном рдестами *Potamogeton heterophyllus* (*Schrab*), *P. perfoliatus* (*L.*). На отдельных участках реки вдоль берегов тянутся сплошные полосы этих растений. В дельте реки

из макрофитов встречаются *Potamogeton friesii* (Rupr.), *P. heterophyllus*, *P. perfoliatus* (L.), *P. zosterifolius* (Schum.), *Elodea canadensis* (Mchx.), *Hydrochares morsus-ranae* (L.), *Lemna minor* (L.), *L. trisulca* (L.), *Nymphea candida* (Presl.), *Ceratophyllum demersus* (L.), *Myriophyllum specatum* (L.), *Stratiotes aloides* (L.), *Callitriche foeniculatum* (Gilbb.) V. Krecz., *Nuphar luteum* (Sm.).

На листьях и стеблях рдестов поселяются гидры, олигохеты — *Stylaria lacustris*, *Ophidonais serpentina*, *Repistes parasita*, *Nais communis*, *N. barbata*, *Chaetogaster diaphanus*, *Enchytraeus* sp., пиявки — *Glossiphonia complanata*, *G. heteroclita*, *Herpobdella octoculata*, личинки поденок — *Ephemerella ignita*, личинки тендипедид — *Cricotopus* гр. *silvestris*, *Cricotopus* гр. *algarum*, *Cricotopus* гр. *biformis*, *Orthocladius* гр. *saxicola*, *Ablabesmyia* гр. *lentiginosa*, *Polypedillum* гр. *convictum*, *Brillia longifurca*, *Eukiefferiella tshernowskij*, *Cryptochiromomus* гр. *vulneratus*, *Prodiamesa bathyphyla*, *Microtendipes* гр. *chloris*, водяные клещи — *Hydrobates longipalpis*, *Limnesia maculata angustata*, моллюски — *Radix pereger*, *R auricularia*, *Valvata piscinalis*, *Viviparus viviparus*, а среди корней — *Pisidium amnicum*. Среди корней В. И. Жадин отмечает большое количество олигохет — *Tubifex albicola*, *T. tubifex*, моллюсков — *Sphaerium scaldianum*, *Pisidium henslowanum* (Жадин, Герд, 1961). Наиболее распространены на рдестах — *Cricotopus* гр. *silvestris* (60%), *Cricotopus* гр. *algarum* (60%), *Ephemerella ignita* (40%). Если качественно фауна рдестов довольно разнообразна, то создаваемые ею биомассы незначительны. Средняя биомасса составляет приблизительно 176 мг/м². Такая бедность может быть, вероятно, объяснена сильным течением и наличием нефтяного налета, который часто сплошь покрывает растения.

Весьма своеобразен биоценоз смешанной растительности в Рыбацкой заводи (у пос. Рыбацкого). Рыбацкая заводь представляет собой незначительную вогнутость берега, отделенную от основного русла реки плотами леса. Между плотами и берегом образуется весьма своеобразный водоем с максимальной глубиной около 2.5 м. Так как в этом месте река делает поворот, то в отгороженном плотами участке образуется зона с очень медленным течением. Заводь почти полностью зарастает различными осоками и другими цветковыми растениями, кроме того, при нагонных ветрах затапливается часть береговой растительности. Все это создает благоприятные условия для развития разнообразной фауны, которая дает значительную биомассу. Здесь встречаются те же виды малощетинковых червей, пиявок, личинок тендипедид и поденок, что и на рдестах. Особенно богата фауна моллюсков, преимущественно брюхоногих, которых нам встретилось девять видов — *Radix auricularia*, *R. pereger*, *Galba palustris*, *Physa fontinalis*, *Planorbis planorbis*, *Coretus corneus*, *Anisus contortus*, *Gyraulus albus*, *Viviparus viviparus*. Среди корней растений на заиленном песке найдены четыре вида двустворчатых моллюсков — *Sphaerium scaldianum*, *Pisidium obtusale*, *P. nitidum*, *P. subtruncatum*. Численность животных в этом биоценозе доходит до 930 экз./м², а биомасса до 14.3 г/м². Наиболее многочисленны моллюски, их численность достигает 490 экз./м², а их вес составляет примерно 90% общей биомассы животных биоценоза.

Следовательно, фитореофильные биоценозы р. Невы можно разделить на две группы:

1. Биоценозы рдестов, распространенные по всему течению реки. Руководящие формы — *Cricotopus* гр. *silvestris*, *Cricotopus* гр. *algarum*. Средняя биомасса этих биоценозов — 17.6 мг/м².

2. Биоценозы различных цветковых растений в местах с малыми скоростями течения (например, Рыбацкая заводь). Руководящие виды животных — *Radix auricularia*, *Physa fontinalis*. Средняя биомасса — 14.3 г/м². Средняя биомасса фитореофильных биоценозов в р. Неве составляет 7.3 г/м².



Псаммореофильные биоценозы являются самыми распространенными в р. Неве, и их можно разделить на две группы. Первая — биоценозы песка на больших скоростях течения, т. е. песка, лишенного наилка, характеризуются качественной и количественной бедностью животного населения. В их состав входят животные, тонко адаптированные к жизни в таких условиях. Здесь встречаются гидры, малощетинковые черви — *Stylaria lacustris*, *Nais communis*, *Peloscolex ferox*, *Propappus volki*, *Piguettiella blanci*, личинки тендипедид — *Tanytarsus* гр. *mancus*, *Orthocladius* гр. *silvestris*, *Endochironomus tendens*, *Smittia septentrionalis*, *Procladius* sp., личинки поденок — *Ephemerella ignita*, *Baëtis niger*, *Baëtis* sp., *Caënis* sp., ракообразные — *Gammarus lacustris*, *Pallasea quadrispinosa*, водяные клещи — *Hydrobates fluviatilis*, моллюски — *Sphaerium solidum*, *Sph. scaldianum*, *Pisidium nitidum*. Максимальная биомасса этих биоценозов составляет всего 210 мг/м².

Вторую группу псаммореофильных биоценозов образуют сообщества на средних скоростях течения. С уменьшением скорости течения на поверхности песка образуется тонкий слой наилка, с появлением которого заметно обогащается состав животного населения песка, появляются олигохеты — *Repistes parasita*, *Tubifex newaensis*, *Limnodrilus vaerigatus*, *L. udekemianus*, *L. hoffmeisteri*, *Limnodrilus* sp., *Nais elinguis*, *N. behningi*, *Psammoryctes barbatus*, *Stylodrilus heringianus*, *Aurodrilus limnobius*, *Tubifex tubifex*, *Lumbriculidae genus* sp., *Peloscolex velutinus*, пиявки — *Glossiphonia complanata*, *G. heteroclita*, личинки тендипедид — *Limnochironomus* гр. *nervosus*, *Micropsectra praecox*, *Polypedilum breviantennatum*, *Pentapedilum exectum*, *Cryptochironomus* sp. *defectus*, *Cryptochironomus* гр. *camtolabis*, *Cricotopus* гр. *algarum*, *Cricotopus* гр. *silvestris*, *Pottastia compestris*, *Prodiamesa bathyphila*, личинки поденок — *Caënis macrura*, *Baëtis niger*, *B. vernus*, *Procloëon rufilum*, личинки ручейников — *Brachycentrus subnubilus*, *Hydropsyche angustipennis*, водяные клещи — *Limnesia* sp., изопода — *Asellus aquaticus*, моллюски — *Unio tumidus*, *Sphaerium scaldianum*, *Sph. corneum*, *Sph. solidum*, *Pisidium amnicum*, *P. obtusale*, *P. henslowanum*, *P. nitidum*. Наиболее часто встречаются моллюски — *Sphaerium corneum* (28%), *Pisidium amnicum* (28%), личинки тендипедид — *Polypedilum breviantennatum* (20%), олигохеты семейства *Tubificidae*. Средняя биомасса этих биоценозов — 25.9 г/м².

Средняя биомасса псаммореофильных биоценозов в р. Неве составляет 24.3 г/м².

Пелореофильные биоценозы, столь характерные для равнинных рек, в р. Неве занимают незначительные по площади участки дна и приурочены в основном к местам с малыми скоростями течения (преимущественно в дельте реки) или к местам, находящимся вблизи спусков сточных вод.

Пелореофильные биоценозы слагаются из олигохет — *Tubifex newaensis*, *Limnodrilus hoffmeisteri*, *Limnodrilus udekemianus*, *Tubifex tubifex*, *Limnodrilus hoffmeisteri*, *Repistes parasita*, *Aulodrilus pluriseta*, *Psammoryctes barbatus*, *P. albicola*, *Peloscolex ferox*, *Peloscolex* sp., пиявок — *Herpobdella octoculata*, *H. nigricollis*, *H. testacea*, *Holobdella stagnalis*, *Glossiphonia complanata*, личинок тендипедид — *Polypedilum breviantennatum*, *Procladius* sp., *Anatopynia varia*, *Tendipes* f. l. *salinarius*, *Ablabesmyia* гр. *monilis*, моллюсков — *Radix pereger*, *Sphaerium corneum*, *Pisidium amnicum*. В. И. Жадин в этом биоценозе отмечает еще олигохет — *Limnodrilus michaelseni*, *Tubifex barbatus*, моллюсков — *Anadonta anatina*.

В местах с очень малыми скоростями течения, расположенными вблизи спусков стоячих вод, особенно это характерно для реки в черте г. Ленинграда, пелореофильные биоценозы по составу фауны переходят в пелофильные биоценозы. Пелореофильные и пелофильные биоценозы р. Невы характеризуются наряду с видовой бедностью состава населения большой численностью и биомассой организмов. По нашим наблюдениям, вблизи правого берега, метров на 200 ниже устья р. Б. Охты, в русло которой сбрасывается огромное количество различных стоячих жидкостей, дно р. Невы представляет собой толстый слой буро-черного ила, содержащего большое количество нефти. Здесь развивается биоценоз, близкий к пелофильному, в состав которого входят преимущественно олигохеты, их численность достигала 30 120 экз./м², биомасса — 36 г/м², пиявки *Herpobdella octoculata*, *H. testacea*, *Glossiphonia complanata*, численностью до 3400 экз./м², биомасса — 80 г/м², три вида моллюсков — *Radix pereger*, *Sphaerium corneum*, *Pisidium amnicum*, численность которых доходила до 7160 экз./м², а вес до 180 г/м². Таким образом, на площади в 1 м² сильно заиленного дна насчитывалось 40 680 экз. животных, а их биомасса составляла 296 г/м². Средняя же биомасса пелореофильного биоценоза в р. Неве, по нашим подсчетам, составляет 125.3 г/м². По данным В. И. Жадина, на заиленном дне у Бугорков биомасса животных была 162 г/м² при численности около 18 тыс. экз./м².

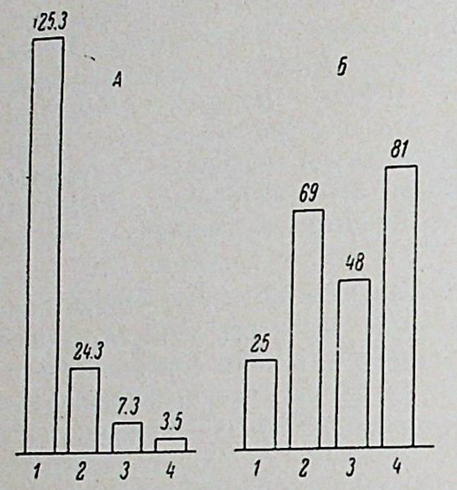



Рис. 1. Среднее значение биомассы (*А*) г/м² и числа видов (*Б*) различных биоценозов р. Невы.

*1* — пелореофильные; *2* — псаммореофильные; *3* — фитореофильные; *4* — литореофильные.

Руководящими видами пелореофильного биоценоза в р. Неве являются олигохеты — *Tubifex tubifex* (57%), пиявки — *Herpobdella octoculata* (57%), моллюски — *Sphaerium corneum* (42%), *Pisidium amnicum* (42%).

Своеобразной разновидностью пелореофильного биоценоза в р. Неве может служить биоценоз, развивающийся на затонувшей и разлагающейся древесной коре и трухе. Он приурочен к местам с постоянным скоплением большого количества плотов леса. Нами, например, были обследованы отдельные участки дна в Рыбацкой заводи, покрытые толстым слоем гниющей коры и трухи. Здесь были встречены олигохеты — *Tubifex tubifex*, *Ophidonais serpentina*, *Stylaria lacustris*, *Nais barbara*, *N. communis*, пиявки — *Herpobdella octoculata*, личинки тендипедид — *Ortocladius rivicola*, гидракарины — *Limnesia maculata angustata*, моллюски — *Radix pereger*. Наиболее многочисленны олигохеты *Tubifex tubifex* и моллюски.

Сравнение биомассы и видового состава различных биоценозов показывает, что наибольшая биомасса отмечена в пелореофильных и близких к пелофильным биоценозах, а наименьшая — у литореофильных (рис. 1). Число же видов животных, входящих в состав биоценозов, наоборот, наибольшее — у литореофильных, а наименьшее — у пелореофильных и пелофильных биоценозов.

### Распределение биоценозов в р. Неве

По характеру гидрологического режима р. Неву принято делить на два участка: первый — от истока до Ивановских порогов; второй — от Ивановских порогов до устья (Нежиховский, 1957).



На наш взгляд, по характеру и особенностям распределения донных биоценозов реку можно разделить на три участка: первый — верхний (от истока до устья р. Тосны); второй — средний (от устья р. Тосны до черты г. Ленинграда); третий — нижний (от черты г. Ленинграда до устья, т. е. дельта реки).

Верхний участок. На этом участке реки скорость течения высокая, а у истока и в районе Ивановских порогов достигает даже 2.5—4 м/сек. У истока и в районе Ивановских порогов преобладают литореофильные биоценозы, в состав которых входят требовательные к чистоте воды животные, такие как ручейники — *Hydropsyche nevae*, *H. ornatula*, амфиподы — *Pallasea quadrispinosa*, *Pontoporeia affinis*.

В целом же на этом участке реки преобладают биоценозы песка различной крупности, свободного от наилка и загрязнений, с характерной для них количественно бедной фауной. В местах, где в реку поступают сточные воды, происходят резкие изменения в составе этих биоценозов. Так, под влиянием сточных вод г. Кировска происходит такая перестройка. Если по правому незагрязненному берегу в составе псаммореофильного биоценоза первое место по количеству животных занимают ручейники, то по левому берегу ниже стоков г. Кировска, где на поверхности песка появляется наилок, свидетельствующий о загрязнении, в составе аналогичного биоценоза остаются только олигохеты и личинки тендипедид, при этом первое место по количеству особей принадлежит олигохетам (табл. 1).

ТАБЛИЦА 1

Состав биоценозов песка р. Невы в районе г. Кировска (численность животных, в %)

| Группа животных | Правый берег | Левый берег |
|---|---|---|
| *Trichoptera* | 32.6 | — |
| *Tendipedidae* | 10.9 | 25.0 |
| *Mollusca* | 30.0 | — |
| *Oligochaeta* | 20.0 | 75.0 |
| *Isopoda* | 6.5 | — |
| | 100 | 100 |

В пределах этого участка в реку поступают небольшие количества сточных вод и скорость течения высокая, поэтому здесь заиленность и загрязненность грунтов незначительная, в основном приуроченная к местам, расположенным близко к стокам загрязненных вод. И если оценить этот участок с точки зрения учения о сапробных зонах, то можно сказать, что он характеризуется преобладанием биоценозов бентоса, которые можно назвать биоценозами олигосапробной зоны, где руководящими видами животных являются *Hydropsyche nevae*, *H. ornatula*, *Pallasea quadrispinosa*, *Pontoporeia affinis*, *Propappus volki*, *Eukiefferiella tshernowskij*. В местах же, близких к спускам сточных вод, развиваются биоценозы, характерные для β-мезосапробной зоны.

Средний участок отличается несколько меньшими по сравнению с первым участком скоростями течения и более значительным заилением грунтов. На этом участке в Неву поступают сточные воды поселков и промышленных предприятий и впадают загрязненные притоки (рр. Ижора и Славянка).

Преобладающими на этом участке в рипали являются псаммореофильные биоценозы на песке с тонким слоем наилка на его поверхности. Ме-

стами же заиленность песка настолько увеличивается, что создаются предпосылки для развития пелореофильных биоценозов. На степень заиленности и загрязненности грунтов оказывает влияние впадение загрязненных притоков. Так, например, в прибрежной полосе ниже впадения рр. Ижоры и Славянки происходит увеличение заиления и загрязнения песчаных грунтов. Это влечет за собой выпадение из состава псаммореофильных биоценозов нескольких групп животных, а доминирующими становятся олигохеты (табл. 2).

ТАБЛИЦА 2

Состав биоценозов р. Невы в левобережной полосе до и после впадения рр. Ижоры и Славянки (численность животных, в %)

| Группа животных | Выше р. Ижоры | Ниже р. Ижоры | Выше р. Славянки | Ниже р. Славянки |
|---|---|---|---|---|
| *Oligochaeta* | 16.8 | 80.0 | 30.5 | 67.5 |
| *Tendipedidae* | — | 20.0 | 26.5 | 32.5 |
| *Ephemeroptera* | 6.6 | — | 11.4 | — |
| *Mollusca* | 76.6 | — | 22.6 | — |
| *Hirudinea* | — | — | 9.0 | — |
| | 100 | 100 | 100 | 100 |

Заиленность грунтов по левому берегу Невы, на котором много населенных пунктов и промышленных предприятий, значительно более сильная, чем по правому берегу, где меньше населенных пунктов и промышленных предприятий, что влечет за собой изменения в составе псаммореофильных биоценозов по створу между устьем р. Славянки и пристанью Верхне-Саратовской.

ТАБЛИЦА 3

Состав псаммореофильных биоценозов по створу устье р. Славянки—Верхне-Саратовская (численность животных, в %)

| Группа животных | Левый берег | Середина реки | Правый берег |
|---|---|---|---|
| *Oligochaeta* | 67.5 | 28.5 | 16.5 |
| *Tendipedidae* | 32.5 | 14.0 | 26.5 |
| *Mollusca* | — | 3.2 | 10.6 |
| *Trichoptera* | — | 14.6 | — |
| *Ephemeroptera* | — | 40.0 | 26.4 |
| *Amphipoda* | — | — | 20.0 |
| | 100 | 100 | 100 |

Из табл. 3 видно, что в левобережной части происходит качественное обеднение псаммореофильных биоценозов и в их составе преобладают олигохеты. В правобережной части и медиали реки аналогичные биоценозы качественно значительно разнообразнее и в их состав входят такие животные, как например амфиподы и ручейники, которые обычно поселяются на грунтах, не имеющих загрязнений.

Вдоль берегов на этом участке реки встречаются значительные по площади заросли рдестов, на которых развиваются фитореофильные биоценозы. Нами, например, отмечена полоса рдестов по правому берегу,



которая тянется почти без перерывов от конца Невского лесопарка до Володарского моста. Такая же полоса рдестов тянется по левому берегу от поселка Усть-Славянка до устья р. Мурзинки.

С точки зрения сапробности этот участок реки характеризуется тем, что в медиали реки преобладающими остаются псаммореофильные биоценозы, свойственные олигосапробной зоне. В прибрежных же частях обоих берегов преобладают псаммореофильные биоценозы, которые могут быть отнесены к β-мезосапробной зоне. В составе этих биоценозов наиболее многочисленны *Radix pereger*, *Physa fontinalis*, *Viviparus viviparus*, *Pisidium amnicum*, *Sphaerium scaldianum*, *Sph. corneum*, *Cricotopus* гр. *silvestris*, *Stylaria lacustris*, *Tubifex newaensis*, *Nais barbata*, *Herpobdella octoculata*, *Glossiphonia heteroclita*, *Asellus aquaticus*.

В отдельных же местах, близких к спускам сточных вод или впадению загрязненных притоков, наблюдается развитие биоценозов, близких к α-мезосапробной зоне.

Нижний участок р. Невы (дельта реки) характеризуется еще более (по сравнению с предыдущими участками) медленным течением и увеличивающимся загрязнением воды и заилением грунтов. Река принимает большое количество промышленных и бытовых сточных вод г. Ленинграда.

На этом участке реки наблюдается довольно пестрая мозаика биоценозов. Однако преобладают биоценозы сильно заиленных камней, песка различной крупности, пелореофильные и пелофильные. Пелореофильные и пелофильные биоценозы достигают наибольшего развития вблизи берегов, где скорость течения уменьшается, а также вблизи спусков сточных вод. Так, например, нами отмечены мощные залежи илов со значительным содержанием нефти вблизи устья р. Б. Охты по правому берегу и против ее устья по левому берегу, в районе причала Главной водопроводной станции, а также вблизи причалов Морского порта. В этих местах в составе пелофильных биоценозов преобладают олигохеты, среди которых наибольшее количество видов свойственно α-мезосапробной зоне. В табл. 4 приведен состав пелофильных биоценозов в некоторых местах на этом участке реки.

ТАБЛИЦА 4

Состав пелофильных биоценозов в дельте р. Невы (численность животных, в %)

| Группа животных | Смольный, устье, правый берег | Б. Охта, левый берег | У причалов Морского порта |
|---|---|---|---|
| *Oligochaeta* | 99.8 | 100 | 93.8 |
| *Mollusca* | 0.1 | — | 1.8 |
| *Hirudinea* | 0.1 | — | 3.2 |
| *Tendipedidae* | — | — | 1.2 |
| | 100 | 100 | 100 |

В медиали реки благодаря довольно большой скорости течения преобладают грунты хорошо промытого песка, не имеющие наилка и загрязнений. На таком субстрате развиваются биоценозы, свойственные олигосапробной зоне. В этом отношении интересно отметить, что единственный экземпляр *Mysis oculata relicta* был пойман нами в срединной части реки против устья р. Б. Охты. В прибрежной части по обоим берегам в целом на всем участке доминируют биоценозы β-мезосапробной зоны. Благодаря же поступлению в реку большого количества сточных вод и умень-

шению скорости течения в прибрежных частях значительно увеличиваются площади дна, занятые отложениями сильно загрязненных илов с большим содержанием нефти. Это создает условия для развития в прибрежных частях пелофильных биоценозов, которые можно характеризовать как биоценозы α-мезосапробной зоны с характерным для них составом животных — *Tubifex tubifex*, *Limnodrillus udekemianus*, *L. hoffmeisteri*, *Herpobdella octoculata*, *Asellus aquaticus*, *Sphaerium corneum*. При выходе же в Невскую губу даже в медиале реки преобладают пелофильные биоценозы α-мезосапробной зоны.

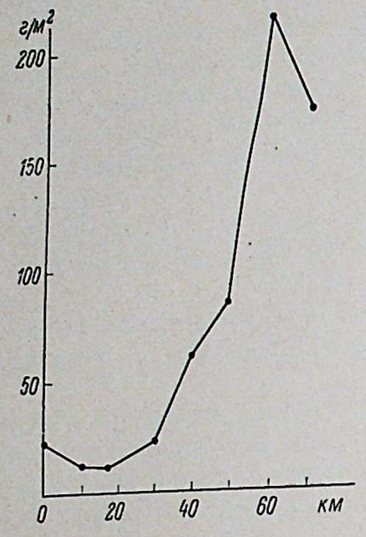



Рис. 2. Средняя биомасса биоценозов вниз по р. Неве.

*По вертикали* — биомасса биоценозов (в г/м³); *по горизонтали* — расстояние от истока (в км).

Если проследить изменение биомассы биоценозов по направлению от истока реки к ее устью, то можно заметить, что биомасса биоценозов закономерно увеличивается к устью (рис. 2). Наибольшие значения биомассы приходятся на участок реки от устья р. Ижоры (около 39 км от истока Невы) до впадения Невы в Невскую губу. Наиболее сильно биомасса биоценозов возрастает при впадении в Неву сильно загрязненных рр. Ижоры, Славянки, Б. Охты (соответственно 39, 50, 64 км от истока р. Невы). Увеличение биомассы происходит за счет увеличения пелореофильных животных, особенно олигохет и двустворчатых моллюсков, свойственных сильно загрязненным водам.

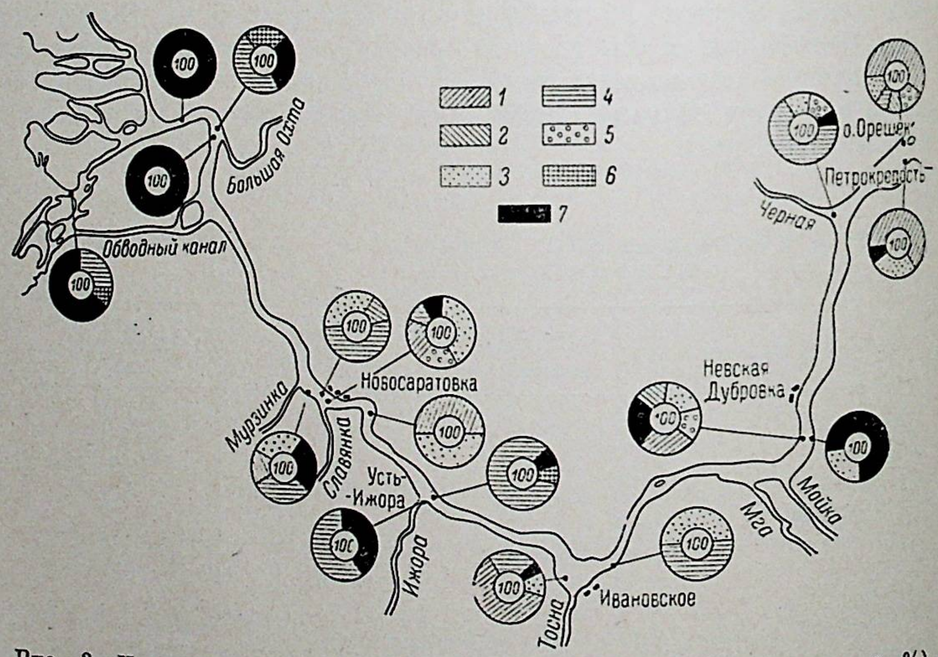



Рис. 3. Численность животных различных групп в пробах бентоса (в %) на разных участках р. Невы.

*1* — личинки ручейников; *2* — личинки поденок; *3* — личинки тендипедид; *4* — моллюски; *5* — амфиподы; *6* — пиявки; *7* — олигохеты.

Если сравнить количество животных разных групп в пробах у правого и левого берегов (рис. 3), то можно заметить, что в левобережной части значительно больший процент по сравнению с правобережной



составляют малощетинковые черви (наибольшее количество их в черте г. Ленинграда). Реликтовые ракообразные *Pontoporeia affinis* и *Pallasea quadrispinosa* по правому берегу отмечены от истока до черты г. Ленинграда, в то время как по левому берегу лишь до устья р. Тосны. Более далекое проникновение вниз по течению в правобережной части этих очень требовательных к чистоте воды животных может свидетельствовать о меньшем загрязнении воды и грунтов в правобережной части по сравнению с левобережной. К аналогичным результатам пришли в отношении химизма воды В. Н. Гуськова (1958), Н. Г. Озерецковская и Н. Ф. Смирнова (наст. сб.).

Таким образом, распределение и состав биоценозов бентоса в р. Неве достаточно четко показывают происходящее нарастание заиленности грунтов в рипали реки в направлении от истока к устью, что находит отражение в замене биоценозов олигосапробной зоны на биоценозы β-мезосапробной и α-мезосапробной зоны. При этом в левобережной части реки загрязненность грунтов начинает ощутимо сказываться вниз по течению от устья р. Ижоры, в то время как в правобережной части лишь от черты г. Ленинграда и нарастает в направлении устья реки. В медиали реки благодаря сильному течению не наблюдается заиления грунтов, что создает условия для развития почти на всем протяжении Невы, исключая выход реки в Невскую губу, биоценозов бентоса, характерных для олигосапробной зоны.

### Биоценозы устьевых частей притоков Невы

Река Черная. Эта река является самым верхним правобережным притоком р. Невы. Течение в реке медленное. На дне толстый слой ила, состоящего в основном из растительных остатков и лишенного даже малейшего загрязнения. Основной биоценоз — пелофильный, в состав которого входят олигохеты рода *Limnodrilus*, личинки тендипедид — *Heterotrissocladius marcidus*, *Microtendipes chloris*, *Ablabesmyia monilis*, моллюски — *Pisidium amnicum*. Численность животных достигает 800 экз./м², при весе — 15.8 г/м².

Вдоль берегов реки тянутся заросли макрофитов, на листьях и стеблях которых образуются фитореофильные биоценозы, состоящие из личинок тендипедид — *Ablabesmyia monilis*, *Microcricotopus bicolor*, *Cricotopus* гр. *silvestris*, *Tanytarsus* гр. *lauterborni*, личинок поденок — *Siphlonurus linneatus*, личинок жуков — *Gyrinus marinus*, пиявок — *Herpobdella testacea*, *Holobdella stagnalis*, *Glossiphonia* sp., моллюсков — *Coretus cornеus*, *Planorbis planorbis*, *Anisus contortus*, *Gyraulus albus*, *Pisidium amnicum*.

Река Мойка. Самый верхний левый приток р. Невы. Течение в реке медленное. Дно песчаное, на поверхности песка слой ила растительного происхождения, лишенный загрязнений. На этом субстрате развиваются пелореофильные биоценозы, слагающиеся из олигохет — *Nais communis*, *Aulodrilus pluriseta*, *Dero degitata*, *D. dorsalis*, *Slavina appendiculata*, *Rhynchelmis limosella*, личинок тендипедид — *Psectrocladius medius*, *Orthocladius* гр. *saxicola*, *Ablabesmyia* гр. *monilis*, *Ablabesmyia* гр. *lentiginosa*, *Procladius* sp., *Sergentia* sp., личинок веснянки — *Sialis* sp., изоподы — *Asellus aquaticus*, моллюсков — *Pisidium subtruncatum*.

Вдоль берегов на различных водных растениях развиваются фитореофильные биоценозы, в состав которых входят олигохеты — *Stylaria lacustris*, *Nais communis*, *Slavina appendiculata*, *Uncinais uncinata*, тендипедиды — *Cricotopus* гр. *silvestris*, *Orthocladius* гр. *saxicola*, *Tanytarsus* гр. *lauterborni*, личинки поденок — *Cloëon dipterum*, *Centroptilum luteolum*, *Lepto-*

*phlebia marginata*, личинки жуков — *Rhantus bistriatus*, личинки ручейников — *Anabolia seror*, моллюски — *Limnaea stagnalis*, *Radix pereger*, *Coretus corneus*, *Planorbis planorbis*, *Physa fontinalis*, *Gyraulus gredleri*, *Anisus contortus*, *Viviparus viviparus*.

Река Мга. Течение в реке медленное. Дно песчаное, на поверхности песка ил, лишенный загрязнений. Основной биоценоз, в который группируется донная фауна, — пелореофильный. В состав этого биоценоза входят олигохеты — *Ophidonais serpentina*, *Nais barbata*, *Peloscolex velutinus*, *Lumbriculus variegatus*, личинки тендипедид — *Pentapedillum exectum*, *Polypedium breviantennatum*, *P. nubeculosum*, *Psectrocladius* гр. *psilopterus*, *Tanytarsus* гр. *gregarius*, *Procladius* sp., водяных клещей — *Limnesia undulata*, *L. maculata angustata*, моллюсков — *Sphaerium scaldianum*, *Sphaerium* sp., *Pisidium subtruncatum*, *P. nitidum*, *Pisidium* sp.

Общая численность животных в этом биоценозе — 840 экз/м², а биомасса — 3.2 г/м².

На отдельных участках реки по берегам встречаются заросли макрофитов, среди которых образуются фитофильные биоценозы, состоящие из малощетинковых червей — *Ophidonais serpentina*, *Stylaria lacustris*, *Tubifex newaensis*, *Piguetiella blanci*, личинок тендипедид — *Cryptochironomus* гр. *vulneratus*, *Cryptochironomus* гр. *vilidulus*, *Cryptochironomus* гр. *defectus*, *Cricotopus* гр. *algarum*, *Cricotopus* гр. *silvestris*, личинок ручейников — *Anabolia seror*, клещей — *Piona coccinea*, *P. rotunda*, моллюсков — *Viviparus viviparus*.

Река Тосна. Вода грязно-бурого цвета. Течение медленное. Грунт — сильно заиленный песок, на поверхности ила нефтяная пленка. Основной биоценоз — пелореофильный. В его состав входят олигохеты — *Tubifex tubifex*, *T. newaensis*, *Limnodrilus udekemianus*, *Nais barbata*, *N. communis*, *Aulodrilus limnobius*, *Au. pluriseta*, личинки тендипедид — *Procladius* sp., *Psectrocladius delatatus*, пиявки — *Herpobdella octoculata*, *H. testacea*, изопода — *Asellus aquaticus*, водяные клещи — *Limnesia maculata*, *L. undulata*, *Hydrobates* sp., моллюски — *Sphaerium corneum*, *Sph. scaldianum*, *Pisidium amnicum*, *P. nitidum*.

Численность животных этого биоценоза составляет 920 экз./м², а биомасса около 46 г/м². На долю моллюсков приходится 220 экз., а на долю олигохет — 660 экз. (около 3 г).

В некоторых местах у берегов реки встречаются незначительные по площади заросли водных растений, среди которых развиваются фитореофильные биоценозы, состоящие из малощетинковых червей — *Stylaria lacustris*, *Nais barbata*, *N. communis*, личинок тендипедид — *Polypedium* гр. *nubeculosum*, *Cricotopus* гр. *silvestris*, *Cricotopus* гр. *algarum*, *Psectrocladius dilatatus*, *Limnophyes pusillum*, *Corynoneura* sp., гидрокарин — *Limnesia maculata*, *L. undulata*, *Brachypoda versicolor*, *Hydrobates* sp., моллюсков — *Viviparus viviparus*.

Река Ижора. Течение в реке медленное, вода грязная, несет много сточных жидкостей. На дне толстый слой ила с большим содержанием нефти, под ним песок или гравий. Основной биоценоз, развивающийся на этом субстрате, — пелофильный — образован олигохетами — *Peloscolex ferox*, *Tubifex tubifex*, *Aulodrilus pluriseta*, *Stylaria lacustris*, *Ophidonais serpentina*, *Nais communis*, *N. pseudobtusa*, *N. barbata*, *Chaetogaster diaphanus*, *Limnodrilus hoffmeisteri*, *Limnodrilus udekemianus*, *Dero dorsalis*, *D. digitata*, личинками тендипедид — *Trichocladius* гр. *lucidus*, *Polypedilum* гр. *nubeculosum*, *Procladius* sp., моллюсками — *Sphaerium corneum*, *Sph. scaldianum*.

Численность животных достигает 48 960 экз./м², а их вес — 61.5 г/м². Из них на долю олигохет приходится 48 160 экз. (или 43.4 г), а на долю моллюсков — 800 экз. (18.2 г).



Река Славянка. Эта река обследована на всем протяжении от истока до устья. Пробы животных бентоса брались на четырех участках реки: вблизи истока реки, ниже г. Павловска, у пос. Московская Славянка, в устье реки у пос. Усть-Славянка.

Вблизи истока река узкая, течение довольно быстрое, средняя глубина реки не превышает 0.5 м. Дно каменистое, камни обросли *Ulothrix zonata*, *Melosira* sp., *Synedra ulna*. Основной биоценоз — литореофильный — слагается из олигохет — *Amphichaeta leydigi*, *Nais bretscheri*, *Tubifex tubifex*, *Limnodrilus hoffmeisteri*, *Enchytraeus* sp., личинок тендипедид — *Cricotopus biformis*, *Orthocladius* гр. *saxicola*, *Tanytarsus* гр. *gregarius*, *Tanytarsus* гр. *lauterborni*, *Eukiefferiella hospita*, личинок поденок — *Baetis vernus*, моллюсков — *Pisidium* sp. juv.

Ниже г. Павловска и у пос. Московская Славянка река представляет собой поток грязной воды с неприятным запахом. На дне слой грязного ила с запахом сероводорода. Твердые субстраты обросли *Sphaerotilus natans*, *Leptomitus lacteum*. В илу обнаружены только олигохеты — *Limnodrilus udekemianus*, *Tubifex tubifex*, *Enchytraeus* sp.

В устьевой части реки течение замедляется, на дне толстый слой ила с большим содержанием нефти. Основной биоценоз, близкий к пелофильному, слагается из олигохет — *Limnodrilus udekemianus*, *L. hoffmeisteri*, *Tubifex tubifex*, *Peloscolex ferox*, *Peloscolex* sp., личинок тендипедид — *Tendipes dorsalis*?, *Tendipes* sp., *Psectrocladius* гр. *psilopterus*, пиявок — *Haemopis sanguisuga*, моллюсков — *Pisidium amnicum*, *Galba palustris*.

Численность животных в устьевой части реки доходит до 25 560 экз./м², а биомасса до 33 г/м².

В р. Славянке, имеющей длину 39 км и принимающей в себя много сточных вод от Пушкина и Павловска, а также промышленных предприятий, расположенных на ее берегах, можно наблюдать переход от реки, не загрязненной сточными водами, к реке, превращенной в грязный поток и лишь незначительно очищающейся вблизи устья.

Если у истока реки донная фауна образует литореофильный биоценоз, который может быть оценен как β-мезосапробный, то на всем остальном протяжении реки господствуют пелофильные биоценозы, образованные олигохетами, которые характерны для очень загрязненных вод, и эти биоценозы могут быть отнесены к α-мезосапробной или даже полисапробной зоне (табл. 5).

Из табл. 5 видно, что в устьевой части реки групповой состав бентоса несколько восстанавливается, снова появляются моллюски и тендипедиды, представленные, правда, другими видами и родами.

ТАБЛИЦА 5

Изменение состава биоценозов на протяжении р. Славянки (численность животных, в %)

| Группа животных | У истока | Ниже г. Павловска | У пос. Московская Славянка | Устье |
|---|---|---|---|---|
| *Oligochaeta* . . . . . | 40.6 | 100 | 100 | 80.6 |
| *Tendipedidae* . . . . | 23.2 | — | — | 6.8 |
| *Mollusca* . . . . . | 16.0 | — | — | 12.6 |
| *Ephemeroptera* . . . | 20.2 | — | — | — |
| | 100 | 100 | 100 | 100 |

Можно предположить, что появление в устьевой части реки этих животных обусловлено ветровыми нагонами сюда невской воды, которые наи-

более часты и сильны в осенний период, а также процессами самоочищения, которые, по-видимому, проходят в нижнем плесе этой реки.

Река Мурзинка. Это самый нижний левый приток Невы, впадает в Неву возле Южной водопроводной станции и является естественной границей г. Ленинграда по левому берегу. Река узкая и неглубокая. Максимальная ширина в устье не превышает 10—15 м. Течение очень медленное. Вода глинистого цвета. На дне сильно заиленные камни, песок и выходы глины. Взята одна проба бентоса, в которой обнаружены олигохеты — *Stylaria lacustris*, *Ophidonais serpentina*, *Uncinais uncinata*, *Specaria josinae*, пиявки — *Herpobdella testacea*, личинки тендипедид — *Procladius* sp., *Ablabesmyia* гр. *lentiginosa*, *Criptochironomus* гр. *defectus*, личинки поденок — *Cloeon dipterum*, личинка вислокрылки *Sialis* sp., моллюски — *Galba palustris*, *Gyraulus albus*, *Anisus contortus*, *Valvata piscinalis*, *Pisidium nitidum*.

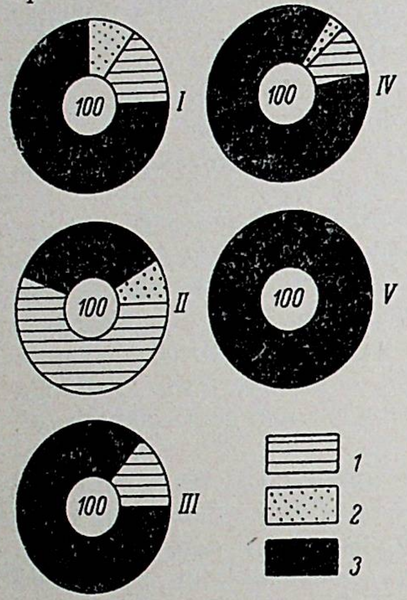



Рис. 4. Численность животных разных групп в пробах бентоса (в %) из устьевых частей притоков р. Невы.

*I* — р. Черная; *II* — р. Тосна; *III* — р. Ижора; *IV* — р. Славянка; *V* — р. Охта. *1* — моллюски; *2* — личинки тендипедид; *3* — олигохеты.

Река Большая Охта. Течение медленное. Вода грязно-бурого цвета, несет большое количество сточных жидкостей. На дне толстый слой ила с большим содержанием нефти. В илу обнаружены только олигохеты — *Tubifex tubifex*, *Limnodrilus udekemianus*, *L. hoffmeisteri*, причем основную массу составляли *Tubifex tubifex* и *Limnodrilus hoffmeisteri*.

Численность животных 28 920 экз./м², вес их — 165 г/м².

Сравнение состава биоценозов устьевых частей притоков р. Невы показывает, что в рр. Черной, Ижоре, Славянке и Охте преобладают близкие к пелофильным биоценозы. Из этих рек только в р. Черной ил не загрязнен сточными жидкостями. В рр. Мойке, Мге, Тосне преобладают биоценозы заиленного песка, переходные к пелореофильным и пелофильным. В этих же реках (и в р. Черной) по берегам встречаются заросли водных растений, на которых развиваются фитореофильные, близкие к фитофильным, биоценозы.

В количественном отношении биомасса животных бентоса закономерно увеличивается в направлении от верхних притоков к нижним и наибольшего своего значения достигает в самом нижнем притоке — р. Охте. В то же время число видов животных в составе биоценозов закономерно уменьшается в том же направлении (табл. 6). Словом, здесь проявляется известная закономерность уменьшения числа видов и роста биомассы по мере увеличения аккумуляции органических веществ на дне водоема (Жадин, 1940).

Если сравнить процентное содержание животных различных групп в пробах бентоса устьевых частей притоков (рис. 4), то можно заметить, что основную часть составляют малощетинковые черви, причем наибольшее их количество наблюдается в рр. Ижоре, Славянке, Охте, где фауна олигохет слагается в основном из видов, характерных для сильно загрязненных вод.

Таким образом, по видовому составу и особенностям распределения биоценозов устьевых частей притоков р. Невы можно сделать заключение, что наиболее загрязненными являются притоки Охта, Славянка, Ижора.



ТАБЛИЦА 6

Количественные характеристики биоценозов устьевых частей притоков р. Невы

| | Черная | Мойка | Мга | Тосна | Ижора | Славянка | Мурзинка | Охта |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Число видов . . | 23 | 38 | 35 | 33 | 28 | 12 | 10 | 8 |
| Численность животных, в экз./м² . . . . | 800 | — | 840 | 920 | 48.9 тыс. | 25.6 тыс. | — | 28.9 тыс. |
| Биомасса животных, в г/м² | 15.8 | — | 3.2 | 46 | 61.5 | 33.6 | — | 165 |

Как уже было показано, притоки влияют на качество невской воды. Однако благодаря полноводности и сильному течению в р. Неве это влияние ощутимо сказывается на бентосе р. Невы лишь в непосредственной близости от устий притоков. Тем не менее массы загрязненной воды этих притоков, несущие большое количество различных по составу сточных жидкостей, при поступлении в реку Неву создают условия для заиления грунтов реки, что влечет за собой перестройку и смену биоценозов в нижнем течении реки.

Сравнение видового состава донной фауны р. Невы и устьевых частей притоков (табл. 7) показывает, что из 151 вида, отмеченного в Неве, 67 видов встречаются и в устьевых частях ее притоков. Загрязнение вод притоков сточными водами не позволяет расселиться по ним распространенным в р. Неве животным, например *Piscicola geometra*, *Pallasea quadrispinosa*, *Pontoporeia affinis*, *Mysis oculata relicta*, ручейникам *Hydropsyche*, моллюскам *Ancylus fluviatilis* и некоторым другим олигосапробам.

### Донная фауна р. Невы как показатель загрязнения

Вопрос о том, какие группировки водных организмов являются наиболее показательными в санитарно-биологическом отношении, рядом исследователей решался в пользу организмов и биоценозов бентоса. К такому заключению пришли, например, Н. Н. Фадеев (1930), А. В. Ассман (1952). В. И. Жадин (1964) пишет: «Донная фауна, составляющие ее виды беспозвоночных и биоценозы, в которые группируется фауна, чутко реагируют на изменения в условиях обитания, которые вызываются как загрязнением, так и переменами в естественных факторах. Поэтому на поставленный нами вопрос о правомочности использования донной фауны как показателя изменяющегося качества воды следует ответить положительно».

Наши данные, полученные в результате изучения донной фауны р. Невы, вполне подтверждают такую точку зрения.

В р. Неву сбрасывается огромное количество различных по составу промышленных и бытовых сточных вод. Бурный рост городов и промышленных предприятий, расположенных на берегах р. Невы, на берегах ее притоков обусловил увеличение количества сточных вод, сбрасываемых в р. Неву и ее притоки, что при отсутствии достаточно надежной очистки воды не могло не привести к загрязнению как самой воды, так и естественных грунтов реки. Чтобы представить себе, насколько активно проходит загрязнение невских вод, достаточно сказать, что, по данным

## ТАБЛИЦА 7

### Сравнение видового состава бентоса р. Невы и устьевых частей ее притоков

| Виды животных | Нева | Черная | Мойка | Мга | Тосна | Ижора | Славянка | Мурзинка | б. Охта |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Coelenterata* | | | | | | | | | |
| *Hydra* sp. | + | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *Oligochaeta* | | | | | | | | | |
| *Stylaria lacustris* L. | + | — | + | + | + | + | — | — | — |
| *Repistes parasita* Sch. | + | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *Arcteonais lomondi* Mart. | + | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *Vejdovskyella comata* Vejd. | + | — | — | + | — | — | — | — | — |
| *V. intermedia* Bretscher | + | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *Slavina appendiculata* d'Udekem. | + | — | + | — | — | + | — | — | — |
| *Dero digitata* Müll. | — | — | + | — | — | + | — | — | — |
| *D. dorsalis* Ferr. | — | — | + | — | — | + | — | — | — |
| *Nais pseudobtusa* Piguet | + | — | — | — | — | + | — | — | — |
| *N. barbata* Müll. | + | — | — | + | + | + | — | — | — |
| *N. behningi* Mich. | + | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *N. communis* Piguet | + | — | + | — | + | + | — | — | — |
| *N. elinguis* Müll. | + | — | — | — | — | + | — | — | — |
| *N. bretscheri* Mich. | — | — | — | — | — | — | + | — | — |
| *Specaria josinae* Vejd. | — | — | — | — | — | — | — | + | — |
| *Piguetiella blanci* Piguet | + | — | — | — | + | — | — | — | — |
| *Ophidonais serpentina* Müll. | + | — | — | + | — | + | — | + | — |
| *Uncinais uncinata* Oested. | + | — | + | — | — | — | — | + | — |
| *Amphichaeta leydigi* Taub. | — | — | — | — | — | — | + | — | — |
| *Chaetogaster diastrophus* Gruith. | + | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *Ch. diaphanus* Gruith. | + | — | — | — | — | + | — | — | — |
| *Pristina foreli* Piguet | + | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *Aulodrilus pluriseta* Piguet | + | — | + | — | + | + | — | — | — |
| *Au. limnobius* Bretsh. | + | — | — | — | + | — | — | — | — |
| *Limnodrilus udekemianus* Clap. | + | — | — | — | + | + | + | — | — |
| *L. hoffmeisteri* Clap. | + | — | — | — | — | + | + | — | — |
| *L. helveticue* Piguet | + | — | — | — | — | — | + | — | — |
| *Euilyodrilus hommoniensis* Mich. | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *Psammoryctides albicola* Mich. | + | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *P. barbatus* Grube | + | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *Tubifex ignotus* Štolc. | + | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *T. tubifex* Müll. | + | — | — | — | — | + | + | — | — |
| *T. newaensis* Mich. | + | + | — | + | + | — | — | — | + |
| *Peloscolox ferox* Eisen | + | — | — | — | + | + | + | — | — |
| *P. velutinus* Grube | — | — | — | + | — | — | — | — | — |
| *Propappus volki* Mich.. | + | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *Fredericia* sp. | + | — | — | — | — | — | + | — | — |
| *Enchytraeus albidus* Henle | + | — | — | — | — | — | + | — | — |
| *Enchytraeus* sp. | — | — | — | — | — | — | + | — | — |
| *Lumbriculus variegatus* Müll. | + | — | + | — | — | — | — | — | — |
| *Stylodrilus herengianus* Clap. | + | — | + | + | — | — | — | — | — |
| *Rhynchelmis limosella* Hoff. | + | — | + | — | — | — | — | — | — |
| *Lumbriculidae* genus sp. juv. | + | — | — | — | — | + | — | — | — |
| *Hirudinea* | | | | | | | | | |
| *Glossiphonia complanata* L. | + | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *G. heteroclita* L. | + | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *Glossiphonia* sp. | + | + | — | — | — | — | — | — | — |
| *Holobdella stagnalis* L. | + | + | — | — | — | — | — | — | — |
| *Piscicola geometra* L. | + | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *Herpobdella octoculata* L. | + | — | — | — | + | — | — | — | — |





| Виды животных | Нева | Черная | Мойка | Мга | Тосна | Ижора | Славянка | Мурзинка | б. Охта |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Herpobdella testacea* Savigny. | + | + | — | — | + | — | — | — | — |
| *H. nigricollis* Brandes | + | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *Haemopis sanguisuga* L. | + | — | — | — | — | — | + | — | — |
| *Mollusca* | | | | | | | | | |
| *Limnaea stagnalis* L. | + | — | + | — | — | — | — | — | — |
| *Radix pereger* Müll. | + | — | + | + | + | + | — | — | — |
| *R. auricularia* L. | + | — | — | — | + | — | — | — | — |
| *Galba palustris* Müll. | + | — | + | — | — | — | + | + | — |
| *Physa fontinalis* L. | + | — | + | — | + | — | — | — | — |
| *Coretus corneus* L. | + | + | + | — | — | — | — | — | — |
| *Planorbis planorbis* L. | + | + | + | — | + | — | — | — | — |
| *Gyraulus albus* Müll. | + | + | — | — | + | — | — | + | — |
| *G. gredleri* Bielz | + | + | + | — | — | — | — | — | — |
| *Anisus contortus* L. | + | + | + | — | — | — | — | + | — |
| *Ancylus fluviatilis* Müll. | + | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *Viviparus viviparus* L. | + | — | + | + | + | — | — | — | — |
| *Valvata piscinalis* Müll. | + | — | — | — | — | + | — | + | — |
| *Unio tumidus* Retz. | + | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *Sphaerium corneum* L. | + | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *Sph. scaldianum* Norm. | + | — | — | + | + | + | — | — | — |
| *Sph. solidum* Norm. | + | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *Pisidium amnicum* Müll. | + | + | — | + | + | — | + | — | — |
| *P. henslowanum* Shep. | + | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *P. obtusale* Jenyns | + | — | — | — | + | — | — | — | — |
| *P. nitidum* Jenyns | + | — | — | + | — | — | — | — | — |
| *P. subtruncatum* Malm. | + | — | + | + | — | — | — | — | — |
| *Pisidium* sp. | — | — | — | + | — | — | + | — | — |
| *Ephemeroptera* | | | | | | | | | |
| *Ephemerella ignita* Poda | + | — | — | + | — | — | — | — | — |
| *Caënis horaria* L. | + | — | — | + | — | — | — | — | — |
| *C. macrura* Steph. | + | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *Caënis* sp. | + | — | — | — | — | — | + | — | — |
| *Brachycercus harrisella* Curt. | + | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *Baëtis vernus* Curt. | + | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *B. niger* L. | + | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *Baëtis* sp. | + | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *Centroptilum luteolum* Müll. | + | — | + | + | — | — | — | — | — |
| *Procloëon ruffilum* Müll. | + | — | + | — | — | — | — | + | — |
| *Cloëon dipterum* L. | + | — | — | — | — | — | + | — | — |
| *Heptagenia sulfurea* Müll. | + | — | — | — | — | — | + | — | — |
| *H. fuscogrisea* Retz. | + | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *Heptagenia* sp. | + | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *Paraleptophlebia submagrinata* Steph. | + | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *Leptophlebia marginata* L. | — | — | + | — | — | — | — | — | — |
| *L. vespertina* L. | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *Siphlonurus lineanus* Eat. | — | + | — | — | — | — | — | — | — |
| *Chitonophora mucronata* Bugts. | + | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *Coleoptera* | | | | | | | | | |
| *Hydrotus* sp. | — | — | — | + | — | — | — | — | — |
| *Hydroporus* sp. | + | — | — | + | — | — | — | — | — |
| *Laccophilus* sp. | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *Rhantus* sp. | — | — | + | — | — | — | — | — | — |
| *Gyrinus marinus* Gyll. | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *Berosus* sp. | + | — | — | — | — | — | — | — | — |

ТАБЛИЦА 7 (*продолжение*)

| Виды животных | Нева | Черная | Мойка | Мга | Тосна | Ижора | Славянка | Мурзинка | Б. Охта |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Megaloptera* | | | | | | | | | |
| *Sialis* sp. | — | — | + | — | — | — | — | + | — |
| *Trichoptera* | | | | | | | | | |
| *Neuroclipsis bimaculata* L. | + | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *Arctopsyche ladogensis* Kol. | + | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *Hydropsyche angustipennis* Curt. | + | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *H. nevae* Kol. | + | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *H. ornatula* Mol. | + | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *Hydropsyche* sp. sp. juv. | — | + | — | — | + | — | — | — | — |
| *Phryganea striata* L. | — | — | — | — | + | — | — | — | — |
| *Anabolia laevis* Zett. | — | + | — | + | — | — | — | — | — |
| *A. soror* Mol. | + | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *Brachycentrus subnubilus* Curt. | + | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *Leptocerus cinereus* Curt. | + | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *Leptocerus* sp. | | | | | | | | | |
| *Tendipedidae* | | | | | | | | | |
| *Micropsaectra* гр. *praecox* Mg. | + | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *Tanytarsus* гр. *gregarius* Kieff. | + | — | — | + | — | — | + | — | — |
| *Tanytarsus* гр. *lauterborni* Kieff. | + | + | + | — | — | + | + | — | — |
| *Tanytarsus* гр. *mancus* v. d. Wulp. | + | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *Cryptochironomus* гр. *deffectus* Kieff. | — | — | — | + | — | — | — | + | — |
| *Cryptochironomus* гр. *vulneratus* Zett. | — | — | — | + | — | — | — | — | — |
| *Cryptochironomus* гр. *viridulus* F. | + | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *Cryptochironomus* гр. *comptalabis* Kieff. | + | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *Endochironomus tendens* F. | + | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *E. albipennis* Mg. | — | — | + | — | — | — | — | — | — |
| *Sergentia* sp. | + | + | — | — | — | — | — | — | — |
| *Microtendipes* гр. *chloris* Mg. | + | — | — | + | — | — | — | — | — |
| *Pentapedillum exectum* Kieff. | + | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *Polypedilum breviantennatum* Tshern. | — | — | — | — | + | + | — | — | — |
| *Polypedilum* гр. *nubeculosum* Mg. | + | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *Polypedilum* гр. *convictum* Walk. | + | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *Polypedilum* гр. *pedestre* Mg. | + | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *P.* «*genuinae* № 3» Lipina | + | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *Pseudochironomus* sp. | + | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *Stenochironomus gibbus* F. | + | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *Stictochironomus* гр. *hostrio* F. | + | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *Tendipes* f. l. *salinarius* Lenz. | + | — | — | — | — | — | + | — | — |
| *T. dorsalis* ? Mg. | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *Tendipes* sp. | — | — | — | + | — | — | — | — | — |
| *Brillia longifurca* Kieff. | + | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *Cricotopus* гр. *silvestris* F. | + | + | + | + | + | + | + | — | — |
| *Cricotopus* гр. *algarum* Kieff. | + | — | — | + | + | — | + | — | — |
| *C. biformis* Edw. | + | — | — | — | — | — | + | — | — |
| *C. trifasciatus* Panz. | + | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *C. ephippium* Zett. | + | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *Microcricotopus bicolor* Zett. | — | + | — | — | — | — | + | — | — |
| *Diplocladius cultriger* Kieff. | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *Eukiefferiella longicalcar* Kieff. | + | — | — | — | — | — | + | — | — |
| *Eu. longipes* Tshern. | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *Eu. similis* Gtgh. | + | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *Eu. tshernovskij* Pankr. | + | — | — | — | — | — | — | — | — |



ТАБЛИЦА 7 (*продолжение*)

| Виды животных | Нева | Черная | Мойка | Мга | Тосна | Ижора | Славянка | Мурзинка | Б. Охта |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Eukiefferiella hospita* Edw. | — | — | — | — | — | — | + | — | — |
| *Eu. atrofasciata* Goetg. | — | — | — | — | — | + | — | — | — |
| *Eukiefferiella* sp. n. | — | — | + | — | — | — | — | — | — |
| *Parakiefferiella gracillima* Kieff. | + | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *Limnochironomus* гр. *nervosus* Staeg. | + | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *Limnophyes pusillus* Eaton | + | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *Orthocladius* гр. *saxicola* Kieff. | + | — | + | — | — | — | + | — | — |
| *Orthocladius* гр. *rivicola* Kieff. | + | — | — | — | — | — | + | — | — |
| *Synorthocladius semivirens* Kieff. | + | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *Psectrocladius* гр. *psilopterus* Kieff. | + | — | — | + | — | — | — | — | — |
| *Psectrocladius* гр. *dilatatus* v. d. Wulp. | — | — | — | — | + | — | — | — | — |
| *P. medius* Tshern. | — | — | + | — | — | — | — | — | — |
| *Smittia septentrionalis* Tshern. | + | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *Pseudosmittia gracilis* Goetgh. | + | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *Trichocladius lucidus* Staeg. | — | — | — | — | — | + | — | — | — |
| *Heterotrissocladius marcidus* Fries. | — | + | — | — | — | — | — | — | — |
| *Potthastia compestris* Edw. | + | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *P. gaedi* Mg. | + | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *Prodiamesa bathyphila* Kieff. | + | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *Corynoneura* sp. | — | — | — | + | + | — | — | — | — |
| *Ablabesmyia* гр. *lentiginosa* Fries. | + | + | + | — | — | + | — | + | — |
| *Ablabesmyia* гр. *monilis* L. | — | + | + | — | — | — | — | — | — |
| *Anatopynia varia* F. | + | — | — | + | — | — | — | — | — |
| *Procladius* sp. | — | + | + | + | + | + | + | — | — |
| *Hydracarina* | | | | | | | | | |
| *Lebertia* sp. | + | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *Limnesia undulata* Müll. | + | — | — | — | + | — | — | — | — |
| *L. maculata angustata* Soc. | + | — | — | + | — | — | — | — | — |
| *L. maculata* Müll. | + | — | — | — | + | — | — | — | — |
| *Hydrobates nigromaculatus* Lebert. | + | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *H. fluviatilis* Ström. | + | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *H. longipalpis* Thor. | + | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *Hydrobates* sp. | — | — | — | — | + | — | — | — | — |
| *Piona coccinea* Koch. | — | — | — | + | — | — | — | — | — |
| *P. rotunda* Kram. | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *Brachypoda versicolor* Müll. | — | — | — | — | + | — | — | — | — |
| *Crustacea* | | | | | | | | | |
| *Mysis oculata relicta* Loven | + | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *Asellus aquaticus* L. | + | + | + | — | + | — | + | — | — |
| *Pontoporeia affinis* Lind. | + | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *Pallasea quadrispinosa* G. O. Sars. | + | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *Gammarus lacustris* G. O. Sars | + | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Всего в Неве | 151 | 14 | 26 | 22 | 25 | 22 | 20 | 9 | 8 |
| Общие для Невы и притоков | | | | | | | | | |

Н. Н. Рубеля (1911), в начале XX в. в Невскую губу выносилось р. Невой ежегодно около 15.2 млн ведер (примерно около 60 млн м³) сточных вод. В настоящее же время, по данным Т. Г. Коколии и Л. Н. Цветковой (1963), канализация г. Ленинграда выбрасывает в Невскую губу ежегодно 616.5 млн м³ сточных вод, из которых только 10% поступает непосредственно в Невскую губу, а 90% через внутренние протоки города. Столь усиленное загрязнение р. Невы не могло не отразиться и на составе донной фауны реки.

Как нами уже было показано ранее, биоценозы, в которых группируются донные организмы р. Невы, достаточно чутко реагируют на изменение качества воды изменением своей структуры. Влияние загрязнения водной массы реки на донную фауну нам представляется следующим образом. Поступление промышленных и бытовых сточных вод в р. Неву обусловливает увеличение заиленности и загрязненности грунтов. Эта заиленность и загрязненность грунтов постепенно увеличивается с уменьшением скорости течения и достигает наибольших величин в прибрежных частях русла реки, в дельте реки и вблизи мест, расположенных в непосредственной близости от спусков сточных вод или впадения в реку загрязненных притоков. В результате наблюдается прогрессирующее нарастание иловой массы над естественными грунтами ложа реки. Как следствие этого процесса, происходит изменение структуры биоценозов донной фауны. Из их состава выпадают виды и группы животных, требовательных к качеству воды, происходит замена богатых видами животных литореофильных и псаммореофильных биоценозов на бедные в видовом отношении пелореофильные и пелофильные биоценозы, нацело исчезают условия для образования фитореофильных биоценозов. Если же рассматривать перестройки биоценозов, происходящие под влиянием загрязнения, с позиций учения о сапробности, то можно сказать, что в рипали р. Невы вниз по течению происходит замена биоценозов, свойственных олигосапробной зоне, на биоценозы β-мезосапробной, а на отдельных участках и α-мезосапробной зоны. В медиали же реки только благодаря сильному течению и полноводности реки сохраняются условия для развития биоценозов олигосапробной зоны почти на всем протяжении реки.

Исходя из вышеизложенного, нам кажется, что группировки донной фауны р. Невы являются достаточно чуткими и надежными индикаторами качества невской воды.

Достаточно надежным показателем загрязнения реки или отдельных ее участков может служить исчезновение, уменьшение численности или ограниченное распространение по течению реки отдельных видов донных животных, являющихся олигосапробами. Так, например, В. И. Жадин (1964) отмечает исчезновение или локализацию распространения ряда реликтовых ракообразных и унионид в р. Оке под влиянием поступления в реку сточных вод.

В этом отношении интересно сравнить состав донной фауны Невы по данным А. С. Скорикова (1910), полученным им в начале века, и по тем материалам, которые удалось собрать нам. В 1909 г. А. С. Скориков опубликовал список животных бентоса бассейна р. Невы, который является пока единственным опубликованным списком видов бентоса Невы и ее притоков. В этот список были включены животные, которые были им собраны в истоке Невы, с фильтров городского водопровода и на отдельных притоках реки (рр. Тосна, Ижора, Славянка, Охта и ныне не существующая Лиговка), а также животные, сведения о которых были взяты из литературных источников. Поскольку методы сбора животных, применявшиеся Скориковым и нами, различны и районы сборов большей частью не совпадают, кроме того, некоторые группы фауны им почти не были определены (например, тендипедиды, олигохеты), то, понятно, мы не можем произвести детального сравнения списка видов, составленного Скориковым, с тем списком, который удалось составить нам. Тем не менее некоторые выводы из сопоставления этих двух списков мы можем сделать.

А. С. Скориков отмечает, что реликтовые ракообразные *Mysis oculata relicta*, *Pontoporeia affinis*, *Pallasea quadrispinosa* встречаются в больших количествах на всем протяжении р. Невы. Мы же не наблюдали столь широкого распространения этих животных в Неве. Нам удалось найти



всего один экземпляр *Mysis oculata relicta* в срединной части русла реки. Что же касается *Pontoporeia affinis* и *Pallasea quadrispinosa*, то они были найдены в незначительных количествах по правому берегу от истока до черты г. Ленинграда, а по левому берегу до устья р. Тосны, в срединной же части русла они встречаются также в незначительных количествах почти на всем протяжении реки. Такое распространение этих весьма чувствительных к изменениям качества воды животных достаточно хорошо согласуется с особенностями загрязнения вод Невы. Далее, Скориков указывает на нахождение в р. Охте *Anadonta borealis* и *Margaritana margaritifera*. В настоящее время в том потоке сточных вод, в который превращена в черте г. Ленинграда в недалеком прошлом чистая река, из представителей донных беспозвоночных мы находили только олигохет. Показательным является и тот факт, что Скориков находил в значительных количествах в р. Славянке такого олигосапроба, как *Ancylus fluviatilis*. По нашим наблюдениям, сильное загрязнение Славянки не позволяет существовать в ней этому моллюску. Распространение же его в р. Неве также отражает картину загрязнения реки. Нам удавалось находить в рипали реки особей этого вида в значительных количествах выше устья р. Тосны. Далее вниз по течению численность этих моллюсков резко уменьшалась, а в дельте они полностью исчезают.

Таким образом, на основании всего вышеизложенного можно сказать, что как биоценотические группировки донной фауны р. Невы, так и отдельные виды животных, входящие в состав этих группировок, чутко и быстро реагируют на изменение качества воды и могут служить надежными показателями степени загрязнения. Донная фауна р. Невы в достаточной степени четко указывает на значительное загрязнение реки в рипали и почти полное отсутствие такового в медиали, за исключением мест непосредственного выхода реки в Невскую губу.

## Выводы

В результате изучения донной фауны р. Невы установлено.

1. Особенности распределения биоценозов по течению реки связаны с различием в скоростях течения на отдельных участках реки, а также со степенью заиленности и загрязненности естественных грунтов ложа реки, обусловленной поступлением в реку сточных вод от населенных пунктов и промышленных предприятий. Загрязнение грунтов влечет за собой замену биоценозов олигосапробной зоны на биоценозы β- и α-мезосапробной зон.

2. Влияние загрязнения реки сточными водами ощутимо сказывается на составе донной фауны в рипали реки и почти не проявляется в медиали. Причем загрязнение прибрежной полосы по правому берегу начинает сказываться лишь от черты г. Ленинграда и нарастает к устью, а в левобережной части от устья р. Тосны и тоже нарастает вниз по течению.

3. Особенности распределения биоценозов донной фауны устьевых частей притоков р. Невы свидетельствуют о том, что наиболее загрязненными притоками являются рр. Ижора, Славянка, Б. Охта. Поступление загрязненных вод этих притоков способствует нарастанию заиленности и загрязненности грунтов р. Невы.

В заключение считаю приятным долгом принести благодарность проф. В. И. Жадину, С. Г. Лепневой, А. И. Янковской, М. Б. Ивановой, Н. Г. Озерецковской, Н. Ф. Смирновой и другим участникам работ на р. Неве за помощь и советы при выполнении данной работы.

ЛИТЕРАТУРА

Ассман А. В. 1952. К вопросу о роли организмов бентоса в процессах самоочищения текучих вод. Тр. Всесоюзн. гидробиол. общ., 4 : 115—130.
Гусев А. Г., М. В. Мосевич, З. П. Подоба, Л. А. Лесников. Санитарное состояние р. Невы и Невской губы в 1956—1958 гг. (Наст. сб.).
Гуськова В. Н. 1958. Гигиеническая оценка и состав воды р. Невы. Сб. тр. Инст. радиац. гигиены : 5—22.
Жадин В. И. 1940. Фауна рек и водохранилищ. Тр. Зоол. инст. АН СССР, 5, 3—4 : 519—991.
Жадин В. И. 1964. Донные биоценозы реки Оки и их изменения за 35 лет. Загрязнение и самоочищение реки Оки. Тр. Зоол. инст. АН СССР, 32 : 226—288.
Жадин В. И., С. В. Герд. 1961. Реки, озера и водохранилища СССР, их фауна и флора. М. : 1—597.
Зверева О. С. 1947. Животное население сплавных бревен и бентос лесосплавного участка реки. ДАН СССР, 56, 6 : 647—650.
Кожанчиков В. И. 1964. Водная флора р. Невы в пределах Ленинграда и его ближайших окрестностей. Вести. ЛГУ, 15, 3, биология : 144—145.
Коколия Т. Г. и Л. Н. Цветкова. 1963. Загрязнение Невской губы в связи с использованием канализационных стоков. Тр. Всесоюзн. гидробиол. общ., 14 : 151—158.
Нежиховский Р. А. 1957. Река Нева. Л. : 1—191.
Озерецковская Н. Г. и Н. Ф. Смирнова. О результатах исследования химизма воды Невы и ее притоков в 1962—1963 гг. (Наст. сб.).
Рубель Н. Н. 1911. Медико-топографический очерк юго-западной части Ладожского озера и р. Невы. Ладожское озеро, как источник водоснабжения С.-Петербурга. СПб. : 713—888.
Скориков А. С. 1910. Зоологические исследования Ладожской воды как питьевой. СПб. : 1—123.
Фадеев Н. Н. 1930. К методике санитарно-биологических исследований текучих вод. Планктон или бентос? Русский гидробиол. журн., 9, 1—3 : 22—45.

## МАЛОЩЕТИНКОВЫЕ ЧЕРВИ БАССЕЙНА РЕКИ НЕВЫ

*Н. П. Финогенова*

Сведения о малощетинковых червях Невы очень скудны. В 1902 г. Михаельсен (Michaelsen, 1902) на основании переданного ему Зоологическим музеем Академии наук материала описал *Limnodrilus newaensis* из Невы. В работе Скорикова (1910) этот вид указывается для Невской губы. Ласточкин (1918) отмечает в Неве *Chaetogaster limnaei* и *Stylodrilus heringianus*. Иванов (1922) в работе по фауне Петроградской губернии дает для Невы список олигохет, в котором сверх указанных видов приводятся еще 13 видов: *Aeolosoma quaternarium*, *Chaetogaster diastrophus*, *Nais elinguis*, *N. obtusa*=*N. barbata*, *Stylaria lacustris*, *Tubifex filum*=*T. ignotus*, *Psammoryctes ferox*=*Peloscolex ferox*, *Psammoryctes barbatus*, *P. insignis*,[1] *Limnodrilus udekemianus*, *L. hoffmeisteri*, *L. helveticus*, *Rhynchelmis limosella*. Дерюгин (1922, 1923) при исследовании Невской губы обнаружил на многих станциях большое количество *Limnodrilus newaensis*. Наконец, в книге Жадина и Герда (1961) в составе биоценозов Невы упоминается несколько видов олигохет: для псаммореофильного биоценоза — *Propappus volki*, *Limnodrilus newaensis*, *Enchytraeidae* Genus sp.; для фитофильного — *Stylaria lacustris*, *Psammoryctes albicola*, *Tubifex tubifex*; для пелореофильного — *Psammoryctes barbatus*, *Limnodrilus newaensis*, *L. michaelseni*; для пелофильного — *Tubifex tubifex* и виды рода *Limnodrilus*. Таким образом, всего для Невы известен 21 вид. Этим исчерпываются все сведения о фауне олигохет этой реки.

В 1962—1964 гг. лабораторией пресноводной и экспериментальной гидробиологии Зоологического института АН СССР была организована комплексная экспедиция с целью гидробиологического исследования Невы в связи с вопросом о ее загрязнении.

В результате экспедиционных работ был собран большой материал по разным группам животных, в том числе 140 проб по олигохетам. Станции брались как в русле Невы (основные разрезы — у Орешка, Кировска, Морского порта и в отдельных пунктах правого и левого берегов; всего 71 станция), так и в большинстве ее притоков, главным образом в их устьевых участках: Мойке (7 станций), Мге (7 станций), Тосне (7 станций), Ижоре (13 станций), Славянке (30 станций), Черной (3 станции), Мурзинке (1 станция), Б. Охте (1 станция), итого — 69 станций по притокам. впадения Тосны, Ижоры, Славянки, у Лесопарка, Смольного, в районе

Пробы брались с берега сачком, скребком или же специальной алюминиевой трубкой для количественных сборов, диаметром 4 см и высотой 10 см, а в русле драгой и дночерпателем; часть олигохет была выбрана из салазочного трала.

[1] Сомнительный вид.

Материал собирался в течение 3 лет. В 1962 г. было взято 54 станции в июле, сентябре, октябре, ноябре; в 1963 г. — 55 станций в феврале, марте, мае, июне, октябре; в 1964 г. — 31 станция в феврале, апреле, мае, ноябре. Таким образом, сбор материала производился во все сезоны года, что позволило в ряде случаев сделать выводы о сроках полового созревания и размножения олигохет. Кроме того, из Государственного научно-исследовательского института озерного и речного рыбного хозяйства нами было получено 14 проб, относящихся к руслу Невы в пределах Ленинграда, и 2 пробы из Невской губы: 1 взята на линии разреза Лахта—Старый Петергоф, а другая — на северной бровке Морского канала в протоке М. Невы. В общей сложности в моем распоряжении было 156 проб.

После обработки всех этих материалов мы констатировали 46 видов олигохет, относящихся к 4 семействам: *Naididae* — 23 вида, *Tubificidae* — 13, *Enchytraeidae* — 6, *Lumbriculidae* — 3 и 1 неполовозрелая форма, род и вид которой остались неопределенными. Если добавить к этому списку *Aeolosoma quaternarium* и *Chaetogaster limnaei*, отмеченные Ивановым (1922), то всего в бассейне Невы насчитывается 48 видов малощетинковых червей.

## Сем. *AEOLOSOMATIDAE*

1. *Aeolosoma quaternarium* Ehrenberg. В сборах нашей экспедиции не найден. Указывался для Невы Ивановым (1922).

## Сем. *NAIDIDAE*

2. *Stylaria lacustris* L. Обычный для Невы и ее притоков вид. Половозрелые особи были найдены в июле, октябре и ноябре. Местонахождения: у Петрокрепости на камнях (8 экз.), у пристани Верхне-Саратовская на песке, немного выше устья Славянки в зарослях рдеста (22 экз.), несколько ниже устья Тосны (10 экз.), в Рыбацкой заводи на древесной трухе (6 экз.), в Ср. Невке на камнях, у Морского порта на илу (4 экз.), в устье Б. Невки (1 экз.) и Б. Невы (16 экз.), в устьях Мойки (9 экз. на камнях), Тосны (30 экз. на песке), Ижоры (31 экз. на гравии).

Герд (1946, 1950) и Иоффе (1948) находили *S. lacustris* в Ладожском озере в составе фитофильного биоценоза.

3. *Arcteonais lomondi* (Martin). Редкий в Неве вид. Один экземпляр найден в пробе, взятой 15 ноября в Рыбацкой заводи на илистом грунте. Известен для Ладожского озера.

4. *Ripistes parasita* (Schmidt). Неоднократно встречался в небольших количествах (от 1 до 3 экз.) в русле Невы: у пристани Верхне-Саратовская в зарослях рдестов, против устья р. Черной на песке с наилком, у впадения Тосны на серой глине и на камнях, выше устья Славянки в смыве с рдестов, у Петропавловской крепости в соскребе с гранитной набережной, напротив Смольного с середины Невы на песке. В Ладожском озере найден в зарослях тростника.

5. *Vejdovskyella comata* (Vejd.). По одному экземпляру было обнаружено в пробах, взятых у устья Тосны на песчанистой глине, у Смольного на песке, в устье Мги на песке с наилком и в Финском заливе на разрезе Лахта—Ст. Петергоф в протоке М. Невы, на северной бровке Морского канала (3 экз.). У особей, найденных в Неве, в отличие от типичных представителей этого вида в V сегменте имелись брюшные щетинки, а волосные имели очень хорошо развитую перистость. В Ладожском озере встречается.



6. *Vejdovskyella intermedia* (Bretscher). Столь же редок и немногочислен, как и предыдущий вид. Был отмечен в 4 пробах: у стенки Морского порта, у Литейного моста, в устье Б. Охты и в Невской губе на северной бровке Морского канала.

7. *Slavina appendiculata* (Udekem). Обнаружены отдельные экземпляры в нескольких пробах: у Петрокрепости и ниже устья Тосны на камнях, в Рыбацкой заводи на древесной трухе, в Б. Невке у Ботанического сада и в устье Мойки на землистом грунте.

8. *Dero digitata* (Müller). Найден в устье Мойки у берега на землистом грунте с песком и детритом (1 экз.) и в устье Ижоры на камнях с грязным илом (3 экз.), там же на заиленном песке (2 экз.).

9. *Dero dorsalis* Ferronière. Встречен дважды. В пробе вместе с *D. digitata* в устье Мойки в количестве 20 экз. и в устье Ижоры на синем илу (31 экз.).

10. *Aulophorus furcatus* (Müller). 2 экз. обнаружены в салазочном трале, взятом в Неве у устья Б. Охты.

11. *Nais pseudobtusa* Piguet. Этот вид встречен во многих пробах, но всегда в незначительном количестве в каждой пробе, кроме одной. Местонахождения: у Петрокрепости и ниже Тосны на камнях несколько экземпляров, у устья Славянки в обрастаниях (2 экз.), немного выше пристани Верхне-Саратовская на крупном щебне (2 экз.), напротив Смольного с середины Невы на илистом песке (2 экз.), ниже стока вод из вагоноремонтного завода (152 экз.), у стенки причальной станции Морского порта на илу (6 экз.), в Невской губе на линии разреза Лахта—Ст. Петергоф (1 экз.) и на северной бровке Морского канала (1 экз.), в устье Ижоры в соскребе с полузатонувшего дерева (8 экз.). В Ладожском озере в прибрежной растительности и под камнями.

12. *Nais barbata* Müller. Один из наиболее часто встречающихся в Неве видов наидид. Обнаружен в 23 пробах. Больше всего особей (11—13 экз.) оказалось в пробах, взятых на камнях и в зарослях рдестов. Был отмечен в Неве около Петрокрепости, в районе пристани Верхне-Саратовская, ниже Тосны, немного выше впадения Славянки, в Рыбацкой заводи, несколько выше Охтинского моста, в соскребе с гранитной набережной у Петропавловской крепости, в устье Б. Невки, а также в устьях Мги, Тосны, Ижоры. В Ладожском озере на растительности, песке, камнях.

13. *Nais behningi* Mich. Реофильный вид. В русле Невы встречается обычно на крупном песке с примесью древесной трухи и однажды на грязном илу. Местонахождения: у Орешка (75 экз.), у Кировска (2 экз.), недалеко от устьев Тосны (7 экз.) и Ижоры (2 экз.), напротив Смольного (1 экз.), в районе Морского порта, у устья Славянки посередине Невы (8 экз.), в устье М. Невы (2 экз.) и на северной бровке Морского канала в Невской губе (1 экз.). Несколько особей встречено в пробах, взятых салазочным тралом у устьев Б. Охты, Славянки и немного ниже Ивановских порогов.

Этот вид имеет интересное географическое распространение. На территории СССР он найден во многих реках: Печоре, Вычегде, Москве, Пахре, Днепре, Волге, Каме, Оке, Амуре, а за пределами СССР — только в Дунае.

14. *Nais communis* Piguet. Обнаружен небольшими количествами в 19 пробах, взятых в русле Невы и ее притоках: у Петрокрепости на песке, там же на камнях с древесной трухой, в районе Лесопарка на песке, у впадения Тосны на синей глине с песком и наилком, ниже Дубровки, у Славянки с бревен, в смыве с рдестов и в соскребе обрастаний, в Рыбацкой заводи на древесной трухе, в районе Морского порта на грязном илу, а также в устьях Мойки, Тосны и Ижоры. В Ладожском озере среди растительности.

15. *Nais elinguis* Müller. Обитает на илистом грунте или заиленном песке. В районе Морского порта в 2 пробах насчитывалось 20 экз., у Смольного (6 экз.), в пробе из Ср. Невки (4 экз.), в Невской губе на северной бровке Морского канала (2 экз.) и на линии разреза Лахта—Ст. Петергоф (10 экз.), около устьев Ижоры и Славянки (найдено по 1 экз.), в салазочном трале у устья Б. Охты (5 экз.).

16. *Nais bretscheri* Mich. Найден всего в 2 пробах: в истоках Славянки на камнях (2 экз.) и в Неве около устья Б. Охты (3 экз.).

17. *Specaria josinae* (Vejd.). 3 экз. встречены на древесной трухе в Рыбацкой заводи и 1 напротив Смольного посередине Невы на песке, в устье р. Мурзинки на заиленном грунте (5 экз.).

18. *Piguetiella blanci* (Piguet). Был отмечен на песке в районе пристани Верхне-Саратовская (2 экз.), ниже Дубровки (2 экз.) и в устье Мги (1 экз.).

19. *Ophidonais serpentina* (Müller). Обнаружен в 9 пробах: у Петрокрепости на камнях (10 экз.), немного выше устья Славянки в смыве с рдестов (11 экз.), в Рыбацкой заводи с затонувшей древесной трухи (14 экз.), в устьях Мги (3 экз. на песчанистой глине), Мурзинки (3 экз. на заиленных камнях с глиной) и Ижоры (с полузатонувшего дерева 6 экз., а на гравии 9 экз.). В Ладожском озере среди растительности.

20. *Uncinais uncinata* (Oersted.). Найден в нескольких пробах: в Неве ниже Дубровки (2 экз.), в Ср. Невке у ЦПКиО с камня (1 экз.), в устье Мойки у берега на песке (4 экз.), на северной бровке Морского канала в Невской губе (1 экз.). В Ладожском озере отмечается.

21. *Amphichaeta leydigi* Tauber. Довольно редкий вид. Обнаружен только в истоках Славянки (на камнях 24 экз., на песке с илом 10 экз., в песчаном бочаге с камнями 23 экз.) и в Невской губе на северной бровке Морского канала (5 экз.), на линии разреза Лахта—Ст. Петергоф (10 экз.).

22. *Chaetogaster diastrophus* (Gruithuisen). Найден в русле Невы в нескольких местах: немного ниже Ивановских порогов и около устья Славянки (по 1 экз.), ниже спуска сточных вод Вагоно-ремонтного завода (16 экз.), в устье М. Невы (3 экз.), у Морского порта на середине Невы на грязном илу (26 экз.) и у стенки причальной станции (19 экз.).

23. *Chaetogaster diaphanus* (Gruithuisen). Отдельные экземпляры попадались в некоторых пробах: у Петрокрепости на камнях, немного выше устья Славянки в зарослях рдестов, в устье Ижоры на гравии и в соскребе с бревен, в устьях Б. Невки (13 экз.) и Б. Невы.

Иоффе (1948) находила *Ch. diaphanus* в Ладожском озере в составе фитофильного биоценоза.

24. *Chaetogaster limnaei* Baer. Ласточкин (1918) встречал этот вид в Ср. Невке. В сборах нашей экспедиции не найден.

25. *Pristina foreli* Piguet. Единичное нахождение в Неве у Тосны на песке с древесной трухой.

## Сем. *TUBIFICIDAE*

26. *Aulodrilus limnobius* Bretscher. Этот вид был отмечен только в 4 пробах: в верховьях Невы на песчанистой глине против г. Кировска (1 экз.), в Рыбацкой заводи на глинистом грунте (2 экз.), в устье Тосны на грязном илу (1 экз.) и в Невской губе на северной бровке Морского канала (1 экз.).

27. *Aulodrilus pluriseta* (Piguet). Этот вид чаще встречается в Неве, чем *Au. limnobius*. Местонахождения: в устье Мойки у берега на песчаном грунте (1 экз.), у левого берега Невы немного выше устья Тосны на серой глине (1 экз.), около устья Тосны у берега на синей глине с песком и наилком в 2 пробах, взятых в апреле и мае (25 экз.), в устье Ижоры на илу



(1 экз.), там же с плота на синем илу (1 экз.), в устье Тосны с мостков на глинистом песке (3 экз.). Все найденные черви ювенильные. *Au. pluriseta*, так же как и *Au. limnobius*, очень редко встречается в половозрелом состоянии и размножается в основном путем архитомии.

28. *Limnodrilus udekemianus* Claparède. Найден на самых разных грунтах, но в больших количествах развивается на загрязненном илу. Половозрелые черви встречаются круглый год. Местонахождения: в Неве в районе пристани Верхне-Саратовская в зарослях рдестов (1 экз.), немного выше устья Тосны на серой глине (1 экз.), в Рыбацкой заводи на глине с древесной трухой (1 экз.), около впадения Тосны у берега на глинистом песке (14 экз.), у Смольного на сильно заиленном песке много особей, в устье Б. Невы (12 экз.), в Невской губе против причальной станции Морского порта на грязном илу (6 экз.), в устьях Тосны и Ижоры несколько особей, в Славянке, начиная от Павловска, на загрязненном илу массовое развитие червей, в каждой пробе насчитывается до 200 экз. В пробе, взятой 10 апреля 1964 г. в Славянке ниже Павловска, треть червей имела пояски; там же через месяц половозрелые черви составляли уже половину популяции и были найдены первые коконы. Температура воды к этому времени поднялась до 11°. Длина коконов была около 1.8 мм, ширина 1 мм. Яйца (1—4 в коконе) хорошо видны через прозрачную оболочку кокона. Тимм (1964) наблюдал первые коконы *L. udekemianus* в водоемах Эстонии в июне. Возможно, некоторое смещение сроков размножения *L. udekemianus* в Славянке происходит ввиду больших поступлений теплых сточных вод, которые настолько изменяют режим Славянки, что зимой в некоторых местах (ниже Павловска, у пос. Московская Славянка) она вообще не замерзает, и весной подъем температуры в Славянке идет быстрее, чем в других реках. В Ладожском озере *L. udekemianus* не указывается.

29. *Limnodrilus helveticus* Piguet. В Славянке ниже Павловска на загрязненном илу в апреле было найдено 4 экз. с отношением длины пениальной трубки к ее ширине 3 : 1. Обычно пениальная трубка *L. helveticus* в 4—5 раз длиннее диаметра своего проксимального конца. В майской пробе, взятой у впадения Тосны в Неву, на синей глине с песком обнаружен 1 экз. с нормальной пениальной трубкой (4 : 1).

30. *Limnodrilus hoffmeisteri* Claparède. В небольшом количестве встречается во многих пробах: напротив пристани Ново-Саратовская на илу вблизи сточной канавы (1 экз.), у впадения Тосны в 2 пробах (5 экз.), в устье Б. Охты на сильно заиленном песке довольно много червей, у Лесопильного завода на илу (1 экз.), немного ниже Кировска на песке с наилком (1 экз.), в Невской губе против причальной станции Морского порта на загрязненном илу (1 экз.), в устье Б. Невы (13 экз.), на линии разреза Лахта—Ст. Петергоф (38 экз.), несколько особей в устьях Тосны и Ижоры, по всей Славянке от истоков до устья (2—8 червей в пробе). В Ладожском озере характерен для пелофильного биоценоза.

31. *Euilyodrilus hammoniensis* (Mich.). Крайне редок в бассейне Невы. Встретился всего в 2 пробах: в Славянке ниже Павловска на черном илу с песком и детритом и в Невской губе на северной бровке Морского канала. В Ладожском озере известен для псаммопелофильного и пелофильного биоценозов.

32. *Psammoryctides albicola* (Mich.). В Неве напротив пристани Ново-Саратовская обнаружены 2 экз., в Б. Невке у Ботанического сада (1 экз.) и в Невской губе на линии разреза Лахта—Ст. Петергоф (1 экз.).

33. *Psammoryctides barbatus* (Grube). Найдено в Неве несколько экземпляров в 3 пробах: немного выше Лесопарка, напротив пристани Ново-Саратовская и ниже Дубровки. Как и предыдущий вид, известен из Ладожского озера.

34. *Tubifex ignotus* (Štolc). Сравнительно редкий вид. Один неполовозрелый экземпляр обнаружен в Неве у устья Тосны на песке с древесной трухой; в июльской пробе, взятой у Литейного моста (22 экз., из них 5 половозрелых); в устье Б. Невки (1 экз.) и на линии разреза Лахта—Ст. Петергоф (1 экз.). В Ладожском озере Иоффе (1948) находила на песке и заиленном песке.

35. *Tubifex tubifex* (Müller). Широко распространенный вид. Постоянно встречается в русле Невы и ее притоках, но массовые популяции *T. tubifex* обнаружены в местах очень сильного загрязнения. Половозрелые особи отмечались круглый год. Местонахождения: в Неве немного выше устья Тосны на серой глине (1 экз.), у Смольного на мелком сильно заиленном песке (4 половозрелых экз.), здесь же встречено много неполовозрелых тубифицид, вероятно, ювенильных *T. tubifex*; у Литейного моста (несколько экземпляров), в устье Б. Невы (36 экз.), в устье М. Невы (3 экз.), в Невской губе против причальной станции Морского порта на загрязненном илу найдено много червей, на линии разреза Лахта—Ст. Петергоф (1 экз.), в устье Б. Охты на сильно заиленном песке (больше 100 червей в пробе), в устьях Тосны и Ижоры (до 50 червей в пробе), в истоках Славянки на песке с илом (4 экз.), ниже Павловска на илу (7 экз.), в устье Славянки на загрязненном илу с примесью нефти (в каждой пробе больше 100 экз.). В Ладожском озере встречается на разных типах грунта от песка до тонко детритной гиттии.

36. *Tubifex newaensis* (Mich.). Реофильный вид, поселяющийся на илистом песке или песчаном грунте. Впервые был описан Михаельсеном (Michaelsen, 1902) из Невы (у о. Вольный) как *Limnodrilus newaensis*. Дерюгин (1923), исследуя фауну Невской губы, нашел *L. newaensis* на многих станциях. Бринкхерст (Brinkhurst, 1962), тщательно изучив строение полового аппарата *L. newaensis* из Рыбинского водохранилища, пришел к заключению, что *L. newaensis* принадлежит к роду *Tubifex*. Основанием для этого послужило следующее: атрий, имеющий форму запятой, с выступающим проксимальным концом (у рода *Limnodrilus* бобовидный), отверстие простаты расположено в проксимальной части атрия, пениальная трубка относительно тонкая, в виде лоханки, а не типично трубчатая, как у рода *Limnodrilus*, сперматофоры удлиненные, червеобразные. По всем этим признакам, несмотря на отсутствие волосных щетинок, его следует отнести к роду *Tubifex*. Нами были вскрыты половозрелые экземпляры в невских сборах. После изучения половой системы этих червей мы согласились с Бринкхерстом.

В экологическом отношении *T. newaensis* интересен тем, что он является полиоксибионтным видом и может быть противопоставлен эвриксибионтным, пелофильным видам *Limnodrilus hoffmeisteri*, *L. udekemianus*, *Tubifex tubifex*.

Очень своеобразно географическое распространение *T. newaensis*. Встречаясь во многих реках и озерах европейской части СССР, он, однако, ни разу до сих пор не найден в Западной Европе. Есть указание Пирожникова (1941 г.) на нахождение его в Енисейской губе (определение Ласточкина), но это указание можно считать сомнительным, так как последующие исследования фауны олигохет Енисея этого не подтвердили (Чекановская, 1956).

В сборах невской экспедиции он встретился на 14 станциях: в Неве у устья р. Черной (1 экз.), против Орешка (2 экз.), около устья Тосны у берега (в 2 пробах 7 экз.), немного выше Лесопарка (3 экз.), выше устья Ижоры (несколько особей), напротив Смольного посередине Невы (1 экз.), в Невской губе на линии разреза Лахта—Ст. Петергоф (5 экз.) и на северной бровке Морского канала (5 экз.), а также в устьях Черной (7 экз.),



Мги (в 2 пробах 27 экз.) и Тосны (2 экз.). В Ладожском озере этот вид был найден в составе псаммореофильного и псаммопелофильного биоценозов.

37. *Peloscolex ferox* (Eisen). Один из самых распространенных видов невского бассейна. Найден в 41 пробе, из них 27 взяты в Неве, 7 — в Ижоре, 3 — в Славянке, 1 — в Тосне, 2 — в устье Б. Охты и 1 проба взята на северной бровке Морского канала. Особенно многочислен на заиленной глине и илистом грунте. Так, например, в устье Ижоры на синем илу в 2 пробах обнаружено 138 экз., в Неве около устья Тосны на синей глине с наилком 14 экз., в Рыбацкой заводи на глине с древесной трухой 44 экз., у Литейного моста на илу много червей.

В 1962 г. Грабье (Hrabě, 1962) описал из Онежского озера *Alexandrovia onegensis* — вид, внешне очень напоминающий *Peloscolex ferox*, но существенно отличающийся от него внутренним строением. Поскольку не лишено вероятности, что *Alexandrovia onegensis* обитает не только в Онежском озере, но и в Ладожском, откуда он может проникнуть в Неву и ошибочно может быть принят за *Peloscolex ferox*, нами были вскрыты все половозрелые особи найденного в Неве *Peloscolex*. Изучение полового аппарата показало, что *Alexandrovia onegensis* среди них нет. В Ладожском озере *P. ferox* отмечается как массовая форма на илах и заиленных песках.

38. *Peloscolex velutinus* (Grube). В бассейне Невы очень редок. Только 1 экз. найден в устье Мги на глине.

## Сем. *ENCHYTRAEIDAE*

39. *Propappus volki* Mich. Реофильный вид, очень характерный для песчаных грунтов рек, но встречается нередко и в озерах. Так же как и *Tubifex newaensis*, является полиоксибионтным видом и отрицательно реагирует на загрязнения. В русле Невы обнаружен в 5 пробах: у Орешка на крупном песке (4 экз.); у Кировска на крупном песке с древесной трухой 1 ноября обнаружено 7 экз., 1 из них имел длину всего 1 мм, по-видимому, это был червь, недавно вылупившийся из кокона; у Тосны на песке с древесной трухой (13 экз.), у впадения Б. Охты посередине Невы (47 экз.) и на левом берегу у Смольного в салазочном трале (4 экз.). В Ладожском озере *P. volki* входит в состав псаммореофильного биоценоза, но не достигает при этом больших величин. *P. volki* имеет интересное географическое распространение: найденный во многих реках и озерах СССР, за пределами СССР был отмечен только в Эльбе.

40. *Fridericia* sp. Найден дважды: в устье Славянки на заиленном грунте и на правом берегу Невы у Б. Охты.

41. *Enchytraeus albidus* Henle. В Рыбацкой заводи в смыве с растений было найдено 4 экз., напротив пристани Верхне-Саратовская с бревна 1 экз., около Охтинского моста с камней 1 экз. В Славянке на черном и синем илах в условиях очень малого количества кислорода наблюдалось интенсивное развитие энхитреев (до 76 экз. в пробе). Видимо, *E. albidus*, так же как и *Tubifex tubifex*, относится к комплексу эвриоксибионтных видов, способных выдерживать значительные загрязнения. Было замечено, что *E. albidus* расселяется «пятнами», так как в пробах, взятых рядом, на расстоянии всего 2—3 м количество экземпляров червей резко колебалось (от 2 до 76 экз.). Аналогичный пример приводил Малевич (1956) относительно расселения в водоемах *Tubifex tubifex*, который часто образует скопления в виде красноватых «подушек» на дне.

42. *Enchytraeus* sp. № 1. Встретился в Неве в 3 местах: у Тосны на песке с древесной трухой в пробе, взятой 1 ноября (1 половозрелый экз.), у Славянки (1 IX) на середине Невы (8 экз., из них 2 половозрелых), у Б. Охты в салазочном трале обнаружен 1 экз.

43. *Enchytraeus* sp. № 2. 2 половозрелых червя найдены 1 ноября у устья Тосны на песке с древесной трухой.

44. *Enchytraeus* sp. № 3. В той же пробе обнаружен и другой вид, принадлежащий роду *Enchytraeus* (1 экз.).

## Сем. *LUMBRICULIDAE*

45. *Lumbriculus variegatus* (Müller). В наших пробах очень редок. В Неве ниже впадения Ижоры на крупном песке с наилком встретилось 2 экз., у Морского порта на илу 1 экз., на северной бровке Морского канала 1 экз., в устьях Мги и Б. Охты по 1 экз. В Ладожском озере отмечается.

46. *Stylodrilus heringianus* Claparède. Холодноводный вид. Встречен в нескольких пробах, взятых на песчаном грунте: в Неве у впадения Тосны (1 экз.), напротив Смольного посередине Невы (4 экз.), немного выше Лесопарка (3 экз.) и в устье Мойки у берега. Обычен в профундали Ладожского озера.

47. *Rhynchelmis limosella* Hoffmeister. По 1 экз. встречено в устье Мойки на землистом грунте у берега и у Литейного моста. Характерен для пелофильного биоценоза Ладожского озера.

48. *Lumbriculidae* Genus sp. juv. Напротив устья Ижоры в Неве на мелком песке с глиной (2 экз.), в устье Ижоры на гравии (1 экз.), у Смольного посередине Невы на песке (5 экз.), на линии разреза Лахта—Ст. Петергоф (12 экз.). Все черви оказались неполовозрелыми.

Таким образом, в русле Невы в результате обработки всего материала найден 41 вид олигохет из 46, обнаруженных в бассейне Невы (табл. 1). Отсутствуют в Неве следующие виды: *Dero digitata* (Мойка, Ижора), *Amphichaeta leydigi* (Славянка, Невская губа), *Dero dorsalis* (Мойка, Ижора,) *Euilyodrilus hammoniensis* (Славянка, Невская губа) и *Peloscolex velutinus* (Мга).

К наиболее частым видам бассейна Невы следует отнести *Stylaria lacustris*, *Nais communis*, *N. elingius*, *N. behningi*, *N. pseudobtusa*, *N. barbata*, *Ophidonais serpentina*, *Tubifex tubifex*, *Peloscolex ferox*, *Limnodrilus udekemianus*, *Tubifex newaensis*, *Limnodrilus hoffmeisteri*, *Enchytraeus albidus*.

Рассмотрим сначала население олигохет основных притоков Невы. Мойка, Мга и Черная, впадающие в Неву в ее верхнем течении, являются чистыми реками с грунтами глинистыми или песчаными, немного заиленными. Их фауна состоит из холодноводного вида *Stylodrilus heringianus*, реофильного *Tubifex newaensis*, наидид (*Stylaria lacustris*, *Nais communis*, *N. barbata*, *Ophidonais serpentina*, *Dero dorsalis*, *D. digitata* и др.), тубифициды группы *Tubifex tubifex* — рода *Limnodrilus* встречаются в небольшом количестве.

Тосна, Ижора, Славянка, Б. Охта впадают в Неву в ее среднем и нижнем течении и отличаются иными условиями существования для олигохет. Эти реки сильно загрязнены поступающими в них сточными водами. Органические вещества в местах замедленного течения оседают и образуют загрязненные синие или черные илы, которые могут быть очень мощными. Илы как результат загрязнения обнаружены в устьях этих рек, а в Славянке почти на всем ее протяжении. Они образуют зону крайних условий жизни для большинства организмов. Эту зону заселяют только эвриоксибионты. Из олигохет — это пелофильный комплекс, который состоит из *Tubifex tubifex*, *Limnodrilus udekemianus*, *L. hoffmeisteri*, *Peloscolex ferox*, а также *Enchytraeus albidus*. Популяции их в местах загрязнений содержат огромные количества особей (до 100 тыс. олигохет на квадратный метр).



ТАБЛИЦА 1

Распространение олигохет в бассейне р. Невы

| Организмы | Нева | Черная | Мойка | Мга | Тосна | Ижора | Славянка | Б. Охта | Невская губа | Всего проб |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Stylaria lacustris* | 19 | — | 4 | 2 | 1 | 2 | — | — | — | 28 |
| *Arcteonais lomondi* | 1 | — | — | — | — | — | — | — | — | 1 |
| *Ripistes parasita* | 9 | — | — | — | — | — | — | — | — | 9 |
| *Vejdovskyella comata* | 2 | — | — | 1 | — | — | — | — | 2 | 5 |
| *V. intermedia* | 2 | — | — | — | — | — | — | 1 | 1 | 4 |
| *Slavina appendiculata* | 4 | — | 1 | — | — | — | — | — | — | 5 |
| *Dero digitata* | — | — | 1 | — | — | 2 | — | — | — | 3 |
| *D dorsalis* | — | — | 2 | — | — | 3 | — | — | — | 5 |
| *Nais pseudobtusa* | 9 | — | — | — | — | 2 | — | — | 2 | 13 |
| *N barbata* | 18 | — | — | 1 | 1 | 3 | — | — | — | 23 |
| *N behningi* | 13 | — | — | — | — | — | — | — | 1 | 14 |
| *N. communis* | 14 | — | 2 | — | 1 | 2 | — | — | — | 19 |
| *N. elinguis* | 7 | — | — | — | — | 1 | — | — | 2 | 10 |
| *N. bretscheri* | 1 | — | — | — | — | — | 1 | — | — | 2 |
| *Specaria josinae* | 2 | — | — | — | — | — | — | — | — | 2 |
| *Piguetiella blanci* | 2 | — | — | — | 1 | — | — | — | — | 3 |
| *Ophidonais serpentina* | 4 | — | — | 2 | — | 2 | — | 1 | — | 9 |
| *Uncinais uncinata* | 2 | — | 1 | — | — | — | — | — | 1 | 4 |
| *Amphichaeta leydigi* | — | — | — | — | — | — | 3 | — | 2 | 5 |
| *Chaetogaster diastrophus* | 6 | — | — | — | — | — | — | — | — | 6 |
| *Ch. diaphanus* | 3 | — | — | — | — | 2 | — | 1 | — | 6 |
| *Pristina foreli* | 1 | — | — | — | — | — | — | — | — | 1 |
| *Aulophorus furcatus* | 1 | — | — | — | — | — | — | — | — | 1 |
| *Aulodrilus limnobius* | 2 | — | — | — | 1 | — | — | — | 1 | 4 |
| *Au. pluriseta* | 3 | — | 1 | — | 2 | 2 | — | — | — | 8 |
| *Limnodrilus udekemianus* | 16 | — | — | — | 2 | 4 | 19 | 3 | — | 44 |
| *L. helveticus* | 1 | — | — | — | — | — | 1 | — | — | 2 |
| *L. hoffmeisteri* | 8 | — | — | — | — | 1 | 5 | 2 | 1 | 17 |
| *Euilyodrilus hammoniensis* | — | — | — | — | — | — | 1 | — | 1 | 2 |
| *Psammoryctides albicola* | 2 | — | — | — | — | — | — | — | 1 | 3 |
| *P. barbatus* | 3 | — | — | — | — | — | — | — | — | 3 |
| *Tubifex ignotus* | 3 | — | — | — | — | — | — | — | 1 | 4 |
| *T. tubifex* | 11 | — | — | — | — | 4 | 17 | 3 | 1 | 36 |
| *T. newaensis* | 7 | 1 | — | 2 | 2 | — | — | — | 2 | 14 |
| *Peloscolex ferox* | 27 | — | — | — | 1 | 7 | 3 | 2 | 1 | 41 |
| *P. velutinus* | — | — | — | 1 | — | — | — | — | — | 1 |
| *Propappus volki* | 5 | — | — | — | — | — | — | — | — | 5 |
| *Enchytraeus albidus* | 1 | — | — | — | — | — | 9 | — | — | 10 |
| *Enchytraeus* sp. № 1 | 3 | — | — | — | — | — | — | — | — | 3 |
| *Enchytraeus* sp. № 2 | 1 | — | — | — | — | — | — | — | — | 1 |
| *Enchytraeus* sp. № 3 | 1 | — | — | — | — | — | — | — | — | 1 |
| *Fridericia* sp. | 1 | — | — | — | — | — | 1 | — | — | 2 |
| *Lumbriculus variegatus* | 2 | — | — | 1 | — | — | — | 1 | 2 | 6 |
| *Stylodrilus heringianus* | 3 | — | 1 | 1 | — | — | — | — | — | 5 |
| *Rhynchelmis limosella* | 1 | — | 1 | — | — | — | — | — | 1 | 2 |
| *Lumbriculidae* Genus sp. juv | 2 | — | — | — | — | 1 | — | — | — | 4 |
| *Tubificidae* Genus sp. juv. | Во многих пробах | | | | | | | | | |
| Всего видов | 41 | 1 | 9 | 8 | 9 | 15 | 10 | 8 | 17 | 241 |

¼ 16 Заказ № 727

Таблица 2

Изменение химизма Славянки от истоков до устья
(по данным Н. Г. Озерецковской и Н. Ф. Смирновой, паст. сб.)

| Место взятия пробы | $NH_4$, в мг/л | P, в мг/л | Cl, в мг/л | $SO_4$, в мг/л | $NO_3$, в мг/л | $O_2$, в мг/л | Na+K, в мг/л | БПК, в $O_2$/л | $NO_3$, в мг/л | $O_2$, в мг/л |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Истоки | Нет—1 | Нет—Следы | 5.1—24.1 | 9.5—141.9 | Нет—0.024 | 7.15—10.62 | 1—37.3 | 1.34—4.66 | 4.7—17 | 0.24—2.45 |
| Ниже Павловска | 10—40.3 | 0.2—0.43 | 36.5—67.3 | 58.6—82.9 | Нет | 3.21—4.65 | 62.1—103.2 | 3.21—5.78 | Нет | 3.6—12.9 |
| У пос. Московская Славянка | 7.8—23 | 0.154—0.58 | 37.2—74.4 | 50—91.1 | Нет—0.51 | 0.24—2.45 | 44—99.3 | 2.45 | Нет—13.5 | |
| Устье Славянки | 0.68—7.69 | 0.042—0.21 | 9.2—42.2 | 8.6—104.9 | Нет—0.789 | 3.6—12.9 | 5.6—45.8 | 2.65—3.8 | 6.4—10 | |

Особенно сильно загрязнена Славянка. В истоках она представляет собой ручеек со сравнительно чистой водой, а ниже превращается в сточную канаву. Как видно из табл. 2, все санитарные нормы, характеризующие чистую воду, превышены во много раз.

Изменение фауны олигохет в Славянке от истоков до устья представлено в табл. 3.

У истоков в пробах преобладает *Amphichaeta leydigi* (до 24 экз. в пробе), встречаются *Nais bretscheri*, *Tubifex tubifex*, *Limnodrilus hoffmeisteri*, неполовозрелые энхитреиды. В пробах, взятых ниже Павловска, не было обнаружено наидид, развивается типичный пелофильный комплекс. По численности *L. udekemianus* превосходит все остальные виды (до 50 тыс. экз. на квадратный метр), несколько уступает ему *Enchytraeus albidus* и в гораздо меньшем количестве *L. hoffmeisteri*, *L. helveticus*, а *Euilyodrilus hammoniensis* всего 1 экз. Ниже по течению, у пос. Московская Славянка условия существования для животных еще более ухудшаются. Количество кислорода падает до минимума, а временами он совсем исчезает, пахнет $H_2S$. Олигохеты встречаются единично. В устье вода Славянки разбавляется невской и количество растворенного кислорода несколько повышается. И опять получает пышное развитие пелофильная фауна, но здесь *Tubifex tubifex* количественно преобладает над *Limnodrilus udekemianus*. Итак, в сильно загрязненных местах находит благоприятные условия для своего развития пелофильная фауна, очень обедненная качественно, но богатая количественно. Активно перерабатывая донные отложения и извлекая из них органические вещества, олигохеты участвуют в процессе биологической очистки воды. Соловьев (1922) считает, что очистительная роль тубифицид заключается в том, что органические вещества, переработанные в кишечнике тубифицид, возвращаются в ил в состоянии неустойчивого равновесия, а это благоприятствует развитию различных гнилостных микроорганизмов, которые минерализуют азотистые органические вещества в аммонийные соли.

Могут ли некоторые виды олигохет служить показателями доброкачественности воды? В существующих системах



сапробности (Жадин и Родина, 1950) обычно фигурируют *Tubifex tubifex* как показатель поли- или α-мезосапробной ступени, *Limnodrilus udekemianus* и *L. hoffmeisteri* — руководящие формы α-мезосапробной ступени, *Stylaria lacustris* — руководящая форма β-мезосапробной ступени и некоторые другие. В верхнем Дунае (Korn, 1963) изучалась экология олигохет в связи с загрязнениями и было показано, что олигохеты текучих вод обладают очень большой степенью выживания в самых разнообразных условиях и распространение их не зависит непосредственно от химизма воды, а связано с другими факторами и в первую очередь с типом грунта и скоростью течения, а также с количеством кислорода. Виды же олигохет пелофильного комплекса, которые остаются одними из немногих обитателей илов, возникающих в результате сильных загрязнений, могут образовывать значительные популяции и в незагрязненных биотопах, поэтому нужно с большой осторожностью относиться к применению олигохет в качестве индикаторов качества воды.

Ижора и Тосна в общем несколько меньше загрязнены, чем Славянка или Б. Охта. Из сравнения устьевых частей этих рек ясно, что население олигохет устьев Тосны и Ижоры богаче, чем Славянки. В Тосне и Ижоре количество видов олигохет возрастает в основном за счет наидид, которые совершенно отсутствуют в устье Славянки (табл. 4).

Поступление в Неву грязных вод Славянки, Ижоры, Б. Охты и сточных вод промышленных предприятий приводит к заилению рипали русла Невы и в результате этого к изменению фауны олигохет (обеднение видового состава и поселение пелофильного комплекса в наиболее загрязненных местах), что показано в табл. 5.

Особенно это заметно в местах спуска сточных вод (у Смольного, у Лесопильного завода, у пристани Новосаратовская, в черте города у Литейного моста, Ботанического сада, Морского порта и др.) и около устьев Славянки, Ижоры, Б. Охты.

В силу больших скоростей течения в Неве не происходит отложения ила в медиали (за исключением устья Невы



Таблица 3

Распределение фауны олигохет в Славянке

| Исток | Ниже Павловска | Пос. Московская Славянка | Устье Славянки |
|---|---|---|---|
| *Amphichaeta leydigi* * | *Tubifex tubifex* | *Limnodrilus udekemianus* * | *Tubifex tubifex* * |
| *Nais bretscheri* | *Limnodrilus udekemianus* * | *Tubificidae* Genus sp. juv. * | *Limnodrilus udekemianus* * |
| *Tubifex tubifex* | *Limnodrilus hoffmeisteri* | *Enchytraeidae* Genus sp. juv. | *Limnodrilus hoffmeisteri* |
| *Limnodrilus hoffmeisteri* | *L. helveticus* | | *Peloscolex ferox* |
| *Tubificidae* Genus sp. juv. * | *Euilyodrilus hammohiensis* | | *Tubificidae* Genus sp. juv * |
| *Enchytraeidae* Genus sp. juv. | *Tubificidae* Genus sp. juv. | | *Fridericia* sp. juv |
| | *Enchytraeus albidus* * | | |

Примечание. Звездочкой помечены виды, встреченные в данном месте в наибольших количествах.

ТАБЛИЦА 4

Фауна олигохет устьевых частей Тосны, Ижоры, Славянки

| Тосна (7 проб) | Ижора (13 проб) | Славянка (8 проб) |
|---|---|---|
| *Stylaria lacustris* | *Stylaria lacustris* | *Tubifex tubifex* |
| *Nais barbata* | *Dero digitata* | *Limnodrilus udekemianus* |
| *N. communis* | *D. dorsalis* | *L. hoffmeisteri* |
| *Piguetiella blanci* | *Nais pseudobtusa* | *Peloscolex ferox* |
| *Aulodrilus limnobius* | *N. barbata* | *Fridericia* sp. |
| *Au. pluriseta* | *N. communis* | |
| *Limnodrilus udekemianus* | *N. elinguis* | |
| *Tubifex newaensis* | *Ophidonais serpentina* | |
| *Peloscolex ferox* | *Chaetogaster diaphanus* | |
| | *Aulodrilus pluriseta* | |
| | *Limnodrilus udekemianus* | |
| | *L. hoffmeisteri* | |
| | *Tubifex tubifex* | |
| | *Peloscolex ferox* | |
| | *Lumbriculidae* Genus sp. juv. | |

у Морского порта), и она остается песчаной. В ней развивается богатая фауна, насчитывающая больше 30 видов, в том числе и псаммореофильные виды *Tubifex newaensis*, *Propappus volki*, *Nais behningi*, энхитреиды. В табл. 6 дана фауна поперечного разреза через Неву в районе Смольного — Б. Охты.

ТАБЛИЦА 5

Фауна олигохет рипали Невы в загрязненных и незагрязненных участках

| Незагрязненная рипаль | Загрязненная рипаль |
|---|---|
| *Stylaria lacustris* | *Stylaria lacustris* |
| *Arcteonais lomondi* | *Dero digitata* |
| *Ripistes parasita* | *Nais barbata* |
| *Vejdovskyella comata* | *N. elinguis* |
| *Slavina appendiculata* | *Chaetogaster diaphanus* |
| *Nais pseudobtusa* | *Limnodrilus udekemianus* |
| *N. barbata* | *L. hoffmeisteri* |
| *N. communis* | *Psammoryctides albicola* |
| *Specaria josinae* | *P. barbatus* |
| *Piguetiella blanci* | *Tubifex tubifex* |
| *Ophidonais serpentina* | *Peloscolex ferox* |
| *Uncinais uncinata* | *Tubificidae* Genus sp. juv. |
| *Chaetogaster diaphanus* | *Enchytraeus albidus* |
| *Aulodrilus limnobius* | |
| *Au. pluriseta* | |
| *Limnodrilus helveticus* | |
| *L. udekemianus* | |
| *L. hoffmeisteri* | |
| *Tubifex tubifex* | |
| *T. newaensis* | |
| *Peloscolex ferox* | |
| *Tubificidae* Genus sp. juv. | |
| *Enchytraeidae* Genus sp. | |

На обоих берегах имеются крупные источники загрязнений: на правом — Б. Охта, а на левом — сточная канава у Смольного. В 50 м от берега у Смольного еще чувствуется значительное загрязнение, грунт сильно заилен, но на середине Невы грунт песчаный и в числе других найдены псаммореофильные виды *Propappus volki*, *Tubifex newaensis*. Как известно, *T. newaensis* и *P. volki* экологически противопоставляются пелофильному комплексу тубифицид (Чекановская, 1964) как виды, чувствительные к недостатку кислорода.

В районе Морского порта, несмотря на отложения загрязненного ила, вернее даже не ила, а отбросов пищи, обрывков газет, веревок и так далее, олигохеты представлены довольно богато. Например, в пробе, взятой 2 ноября 1964 г. на середине Невы



ТАБЛИЦА 6

Фауна олигохет поперечного разреза через Неву у Смольного

| У устья Б. Охоты | Середина Невы | У Смольного |
|---|---|---|
| *Limnodrilus udekemianus* | *Stylaria lacustris* | *Nais elinguis* |
| *L. hoffmeisteri* | *Ripistes parasita* | *Limnodrilus udekemianus* |
| *Tubifex tubifex* | *Vejdovskyella comata* | *Tubifex tubifex* |
| *Peloscolex ferox* | *Nais pseudobtusa* | *Tubificidae* Genus sp. juv. |
| *Tubificidae* Genus sp. juv. | *N. behningi* | *Peloscolex ferox* |
| | *N. elinguis* | |
| | *N. bretscheri* | |
| | *Tubifex newaensis* | |
| | *Tubificidae* Genus sp. juv. | |
| | *Propappus volki* | |
| | *Fridericia* sp. | |
| | *Enchytraeidae* Genus sp. | |
| | *Stylodrilus heringianus* | |
| | *Lumbriculidae* Genus sp. juv. | |

у Морского порта, были следующие виды: *Chaetogaster diastrophus* (26 экз.), *Stylaria lacustris* (2 экз.), *Nais behningi* (2 экз.), *N. pseudobtusa* (2 экз.), *N. elinguis* (9 экз.), *N. communis* (4 экз.), *Limnodrilus udekemianus* (6 экз.), *Tubifex tubifex* (3 экз.), *Lumbriculus variegatus* (1 экз.), *Tubificidae* Genus sp. juv. (45 экз.), *Enchytraeidae* Genus sp. juv. (1 экз.); кроме того, встречено очень много обрывков олигохет. Обилие червей, вероятно, объясняется постоянным притоком свежей аэрированной воды и отчасти сносом олигохет (особенно наидид) быстрым течением.

Интересно сопоставить фауну олигохет Невы, Ладожского озера и Невской губы как взаимосвязанных бассейнов. Оказалось, что почти все виды Ладожского озера (Герд, 1946, 1950; Иоффе, 1948; Соколов, 1956) встречаются в Неве. Исключение составляют лишь *Lamprodrilus isoporus* Mich. — типично озерная форма, очень характерная для псаммореофильного и пелофильного биоценозов Ладожского озера, изредка встречающийся *Limnodrilus claparedeanus* и несколько наидид (*Nais variabilis*, *Homochaeta naidina*, *Chaetogaster crystallinus*), которые не найдены в Неве.

И в Невской губе обнаружена та же самая фауна олигохет. В наших сборах по Неве не был отмечен только *Isochaetides michaelseni*, найденный в открытой части губы и прибрежных зарослях (по данным сотрудников лаборатории гидробиологии Биологического института, 1949).

ЛИТЕРАТУРА


Герд С. В. 1946. Обзор гидробиологических исследований озер Карелии. Тр. К.-Ф. отд. ВНИОРХ, 2 : 26—140.

Герд С. В. 1950. Олигохеты водоемов Карелии. Изв. К.-Ф. фил. АН СССР, 1 : 56—71.

Дерюгин К. М. 1922. Гидробиологические работы в Невской губе. Тр. Петрогр. общ. естествоисп., LII, I, 1921 г. Протоколы заседаний : 155—162.

Дерюгин К. М. 1923. Исследования р. Невы и ее бассейна. Гидролог. и гидробиол. исслед. Невской губы. Росс. гидрол. инст., 2 : 1—35.

Жадин В. И., С. В. Герд. 1961. Реки, озера и водохранилища СССР, их фауна и флора. М. : 205—208.

Жадин В. И., А. Г. Родина. 1950. Биологические основы водоснабжения и очистки вод. В кн.: Жизнь пресных вод, 3 : 779—818.

Иванов П. П. 1922. Фауна Петроградской губернии. Петрогр. агроном. инст., н.-иссл. отдел, энтомол. ст., 2, 14 : 3—6.

Иоффе Ц. И. 1948. Донная фауна крупных озер Балтийского бассейна и ее рыбохозяйственное значение. Изв. ВНИОРХ, 26, 2 : 89—144.

Ласточкин Д. А. 1918. Материалы по фауне водных *Oligochaeta* России. Тр. Петрогр. общ. естествоисп., 49 : 57—64.
Малевич И. И. 1956. Малощетинковые черви (*Oligohaeta*) Московской области. Уч. зап. Мос. гор. пед. инст., 61 : 403—438.
По данным сотрудников лаборатории гидробиологии Биологического института. 1949. Материалы к изучению бентоса Невской губы. Уч. зап. ЛГУ, сер. биол., 21 : 107—141.
Скориков А. С. 1910. Зоологические исследования ладожской воды как питьевой. СПб. : 589—709.
Соколов И. И. 1956. Зообентос литорали южной половины Ладожского озера. Тр. Карельск. фил. АН СССР, 5 : 76—87.
Соловьев М. М. 1922. О роли *Tubifex tubifex* в сапробных илах. Изв. Сапропел. комит. : 111—114.
Тимм Т. Э. 1964. Малощетинковые черви водоемов Эстонии. Автореф. дисс. Тарту : 3—22.
Чекановская О. В. 1956. К фауне малощетинковых червей бассейна Енисея. Зоол. журн., 35, 5 : 657—667.
Чекановская О. В. 1962. Водные малощетинковые черви фауны СССР. Определители по фауне СССР, изд. ЗИН АН СССР, 78. Изд. АН СССР, М.—Л. : 3—411.
Чекановская О. В. 1964. Малощетинковые черви р. Оки. Тр. Зоол. инст., 32 : 113—122.
Brinkhurst R. O. 1962. A redescription of *Tubifex newaensis* (Mich.) (*Oligochaeta, Tubificidae*) with a consideration of its taxonomic position in the genus. Inst. Revue ges. Hydrobiol., 47, 2 : 307—312.
Hrabě S. A. 1962. Олигохеты Онежского озера по сборам Б. М. Александрова в 1930—32 гг. Přirodověd. Fakulty Univ. J. E. Purkyně v Brne, Řada M17, Čislo 435 : 277—322.
Korn H. 1963. Studien zur Ökologie der Oligochaetenin der oberen Donau unter Berücksichtigung der Abwasserinwirkungen. Arch. für Hydrobiol. Band 1, Heft 2 : 131—182.
Michaelsen W. 1902. Neue Oligochaeten und neue Fundort alt-bekannter. Mitt. Naturhist. Mus., 19 : 1—54.

# ЛИЧИНКИ ХИРОНОМИД (ТЕНДИПЕДИД) РЕКИ НЕВЫ

*В. Я. Панкратова*

Сотрудниками Зоологического института АН СССР в 1962—1964 гг. (март, май, июль, август и октябрь) было проведено исследование р. Невы от Ладожского озера до Невской губы (74 км) для выяснения влияния сточных вод на фауну.

Среди 163 сборов донной фауны, произведенных А. Ф. Алимовым, Н. П. Финогеновой и М. Б. Ивановой, 87 содержали личинки хирономид.

О личинках хирономид самой реки имеются лишь отрывочные данные в книге Жадина и Герда (1961) по материалам экспедиции Зоологического института АН СССР 1940 г., где в фитореофильном биоценозе указаны *Brillia* и *Procladius*, в псаммореофильном — *Sergentia*, *Harnischia* и *Ablabesmyia* и на илистом дне загрязненных участков реки, в прибрежных заливчиках — *Procladius*.

В коллекциях Зоологического института АН СССР имеется препарат *Brillia pallida* (Spärck) из р. Невы ниже устья р. Ижоры, у левого берега, на глубине 2 м, на иле с древесной трухой, от 13 III 1940 (сбор Жадина, определение Черновского). Других сведений о личинках хирономид р. Невы нет. В работах К. М. Дерюгина (1922, 1923, 1925) есть указания лишь на наличие личинок хирономид в разное время года и на обширном пространстве Невской губы. В работе, опубликованной в 1949 г. по данным сотрудников лаборатории гидробиологии Биологического института ЛГУ (сборы 1935—1937 гг.), мы находим более подробный список хирономид Невской губы, насчитывающий 42 формы, многие из которых определены только до рода.

Нами определено 63 формы, собранные в р. Неве и ее притоках, обзор которых приведен ниже.

## ОБЗОР ВИДОВ

### Подсемейство *CHIRONOMINAE*

#### Триба *TANYTARSINI*

1. *Micropsectra* гр. *praecox* Mg.

1 личинка найдена приблизительно в 50 м от левого берега р. Невы у устья р. Мойки, на глубине 2.5 м, на мелком песке с глиной и наилком, 9 IV 1962.

2. *Tanytarsus* гр. *gregarius* Kieff.

Найдены у правого берега р. Невы у о. Орешек, на глубине 2 м, на песке с примесью древесной трухи (17 VII 1962), 2 личинки; у истоков р. Славянки, в обрастаниях камней, на глубине около 0.5 м (20 VII, 1 и 25 III 1963), 4 личинки.

3. *Tanytarsus* гр. *lauterborni* Kieff.

По нескольку личинок найдено у правого берега р. Невы у о. Орешек, на глубине 2 м, на песке с примесью древесной трухи (17 VII 1962) и на глине с рдестом (23 X 1963); в р. Мойке, 200 м от ее устья, на глубине 1 м, на заиленой глине (23 X 1963); в р. Ижоре 500 м от ее устья, на бревнах плота (22 VII 1963); в р. Мурзинке 50 м выше ее устья, на глубине 1.5 м, на заиленной глине с камнями и древесной трухой (2 X 1962); у истоков р. Славянки, на глубине 0.5 м, на камнях (24 V и 20 VII 1962).

4. *Tanytarsus* гр. *mancus* v. d. Wulp.

По одной личинке найдено у правого берега р. Невы выше пос. Отрадное, на глубине 2.5 м, на песке (28 VII 1962); 500 м выше пристани Верхне-Саратовской, на глубине 1 м, на глине (10 VII 1962); у левого берега р. Невы против пристани Верхне-Саратовской, на глубине 2 м, на камнях (9 X 1962).

Триба *CHIRONOMINI*

5. *Cryptochironomus* гр. *defectus* Kieff.

В единичных экземплярах личинки найдены у устья Ново-Ладожского канала, на глубине 0.5 м, на камнях (17 VII 1962); у левого берега р. Невы 300 м ниже г. Кировска, на глубине 2 м, на заиленном песке (18 VII 1963); в р. Мге 300 м выше ее устья, на глубине 1.5 м, на глине (23 V 1963); в р. Мурзинке 50 м выше ее устья, на глубине 1.5 м, на заиленной глине с камнями и древесной трухой (2 X 1962); у правого берега (в 100 м) р. Невы против устья р. Ижоры, на глубине 9 м, на мелком песке с примесью глины (28 VII 1962); у правого берега (100 м от берега) р. Невы 200 м выше Лесопарка, на глубине 4 м, на песке; в р. Неве против устья р. Тосны, на глубине 7 м, на песке (1 X 1964).

6. *Cryptochironomus* гр. *camptolabis* Kieff.

По 1—2 личинке найдено в самой р. Неве у правого берега у о. Орешек, на глубине 2 м, на песке с древесной трухой, на 500 м выше пристани Верхне-Саратовской, на глубине 1 м, на крупном щебне; и на 200 м выше Лесопарка, 100 м от берега, на глубине 4 м, на песке (10—17 VII 1962).

7. *Cryptochironomus* гр. *vulneratus* Zett.

Встречались единично в р. Неве у правого берега у о. Орешек, на глубине 2 м, на глине с рдестом (23 X 1963); у устья р. Мги в середине, на глубине 4 м, на крупнозернистом песке с наилком (9 X 1962) .

8. *Cryptochironomus* гр. *viridulus* F.

Найдена лишь 1 личинка в р. Неве у устья р. Мги, на середине, на глубине 4 м, на крупнозернистом песке с наилком (9 X 1962).

Кроме того, единичные молодые личинки *Cryptochironomus* (ближе не определенные) были найдены в марте и октябре 1962 и 1963 гг.

9. *Tendipes* f. l. *salinarius* Lenz.

По 3 личинки найдены у правого берега р. Невы у о. Орешек, на глубине 2 м, на песке с древесной трухой (17 VII 1962); у устья р. Славянки у левого берега, на глубине 4 м, на илу (9 X 1962).

10. *Tendipes* sp. (*dorsalis*? Mg.).

По одной личинке найдено в р. Мге 500 м выше ее устья, на глубине 2 м, на глине с наилком (24 X 1963); в р. Славянке выше устья на 200 м, на глубине 4 м, на сильно заиленной глине (2 X) и у устья, на глубине 0.6 м, на камнях (4 VII 1962).

11. *Endochironomus tendens* F.

Найдено по одной личинке у левого берега р. Невы у о. Орешек, на глубине 2 м, на песке и у с. Рыбацкого в заводи в зарослях рдеста во второй половине июля 1962 г.



12. *Endochironomus albipennis* Mg.

Также по одной личинке найдено в тех же сборах, что и предшествующий вид.

13. *Limnochironomus* гр. *nervosus* Staeg.

Найдена только 1 молодая личинка в 30 м от левого берега р. Невы близ устья р. Мойки, на глубине 1.5 м, на мелкозернистом песке с наилком (9 X 1962).

14. *Polypedilum* гр. *nubeculosum* Mg.

В больших количествах (14 в пробе) личинки были найдены только в р. Мге в 500 м выше устья, на глубине около 2 м, на глине с наилком (24 X 1963). Единичные нахождения были в р. Тосне в 400 м выше устья, на глубине около 2 м, на глине с древесной трухой (24 X 1963) и у устья, на глубине 0.5 м, на песке (4 VII 1962); в р. Ижоре в 300 м выше устья, на глубине 1 м, на заиленном камне (24 X 1963).

15. *Polypedilum breviantennatum* Tshern.

Среди подсемейства *Chironominae* имели наибольшее распространение (в 7 пунктах). Но в большом числе были только у правого берега (в 40 м) Невы против устья р. Черной, на глубине 2 м, на мелкозернистом песке с наилком (6 X 1962). Единичные нахождения этих личинок были в 30 м от левого берега р. Невы близ устья р. Мойки, на глубине 1.5 м, на мелкозернистом песке с наилком (9 X 1962); в устье р. Мги (середина), на глубине 4 м, на крупнозернистом песке с наилком (9 X 1962); в р. Тосне в 100 м выше устья, на глубине 3 м, на серой глине (28 VII 1962); у правого берега р. Невы около 200 м выше Лесопарка, на глубине 1—4 м, на песке и глине (в июле 1962 г. и в мае 1963 г.).

16. *Polypedium* гр. *convictum* Walk.

По 1—2 личинки найдено у устья Ново-Ладожского канала, на глубине 0.6 м, на камне (17 VII 1962); у правого берега р. Невы 1.5 км выше пристани Лесопарка, на глубине 2 м, с рдестов (23 VII 1962) и выше пристани Верхне-Саратовской на глубине 1 м, в обрастаниях мостков (10 VII 1962); у левого берега р. Невы в 500 м выше устья р. Славянки, на глубине 1.5 м, на рдестах и у устья р. Славянки, в обрастаниях плота (16 VII 1962).

17. *Polypedilum* «genuinae № 3» Lipina.

2 личинки встретились на середине р. Невы у о. Орешек, на глубине 5 м, на камнях (17 VII 1963) и 1 на середине р. Невы против р. Славянки, на глубине 11 м, на песке (1 XI 1964).

18. *Polypedilum* гр. *pedestre* Mg.

1 личинка в р. Неве у устья р. Славянки, в обрастаниях плота (16 VII 1962).

19. *Pentapedilum exectum* Kieff.

По 1—2 личинки у правого берега р. Невы против г. Кировска, на глубине 11 м, на песке (18 VII 1963); в устье р. Мги (на середине), на глубине 4 м, на крупнозернистом песке с наилком (9 X 1962); в р. Мурзинке в 50 м выше ее устья, на глубине 1.5 м, на заиленной глине с камнями и древесной трухой (2 X 1962); у устья р. Славянки, в обрастаниях плота (16 VII 1962) и у левого берега р. Невы близ Южной водопроводной станции, в обрастаниях бетонной набережной (2 VII 1962).

20. *Sergentia* sp.

Найдена только 1 молодая личинка (2 мм в длину) у правого берега р. Невы против г. Кировска, на глубине 11 м, на песке (18 VII 1963) и 1 в р. Мойке выше устья, на глубине 1 м, на песке в зарослях (22 VII 1963).

21. *Stictochironomus* гр. *histrio* F.

Найдены 3 личинки в 30 м от левого берега р. Невы близ устья р. Мойки, на глубине 1.5 м, на мелкозернистом песке с наилком (9 X 1962).

22. *Microtendipes* гр. *chloris* Mg.

Найдены у правого берега р. Невы у о. Орешек при глубине 2 м 1 личинка на песке с древесной трухой (17 VII 1962) и 9 личинок на глине (23 X 1963); в р. Черной (приток верхней части Невы) по одной личинке, на глубине 1—2 м, на илу и в зарослях (22 III и 18 VII 1963).

23. *Pseudochironomus* sp.

Найдена 1 молодая личинка у правого берега р. Невы у о. Орешек, на глубине 2 м, на глине с рдестом (23 X 1963).

24. *Stenochironomus gibbus* F.

В 1964 г. в р. Неве ближе к ее середине против устья р. Тосны, на глубине 7 м, на песке (1 XI), 4 личинки и по одной личинке в р. Неве у правого берега у Ново-Саратовской и ниже впадения р. Охты, на чистом и сильно заиленном песке (2 XI).

### Подсемейство *DIAMESINAE*

25. *Potthastia campestris* Edw.

Были только единичные нахождения у правого и у левого берегов р. Невы у о. Орешек, на глубине 2 м, на песке с древесной трухой и на глубине 3—4 м, на камне (17 VII 1962); у правого берега р. Невы против г. Кировска, на глубине 4 м, на песке с глиной и наилком (30 V 1963); против устья р. Черной в 40 м от берега, на глубине 2 м, на мелкозернистом песке с наилком (9 X 1962) и в 500 м выше пристани Верхне-Саратовской, на глубине 1 м, на глине (10 VII 1962).

26. *Potthastia gaedi* Mg.

По одной молодой личинке найдено у левого берега р. Невы у с. Рыбацкого в 50 м от берега, на глубине 2 м, на каменистом грунте (9 X 1962) и у Южной водопроводной станции, в обрастаниях бетонной набережной (2 VII 1962).

27. *Prodiamesa bathyphila* Kieff.

По 1—2 личинке найдено было у левого и правого берегов р. Невы у о. Орешек, на глубине 2 м, на песке и глине (17 VII 1962 и 23 X 1963); 4 личинки в 40 м от правого берега р. Невы против устья р. Черной, на глубине 2 м, на мелкозернистом песке с наилком (9 X 1962); по 1 личинке у правого берега р. Невы в 100 м от берега против устья р. Ижоры, на глубине 9 м, на мелкозернистом песке с глиной (28 VII 1962) и в 50 м от берега у Ново-Саратовской, на глубине 2.5 м, на плотной серой глине (30 V 1963).

### Подсемейство *ORTHOCLADIINAE*

28. *Brillia longifurca* Kieff. (рис. 1).

Найдена только 1 личинка у правого берега р. Невы выше пристани Верхне-Саратовской, на глубине около 1 м, в обрастаниях мостков (10 VII 1962). Для Ленинградской обл. этот вид был известен только по имаго, определенном А. А. Черновским у Красногорского озера (8 VII 1936).

29. *Psectrocladius* гр. *dilatatus* v. d. Wulp.

1 личинка найдена в устье р. Тосны, на глубине 0.5 м, на песке (4 VII 1962).

30. *Psectrocladius* гр. *psilopterus* Kieff.

По 1—2 личинки у правого берега р. Невы у о. Орешек, на глубине 2 м, на песке с древесной трухой (17 VII 1962) и на глине с рдестом (23 X 1963); в р. Мге в 500 м выше ее устья, на глубине около 2 м, на глине с наилком (24 X 1963); у левого берега р. Невы близ устья р. Славянки и в самом ее устье, в обрастаниях плота (16 VII 1962) и камней (4 VII 1962).

31. *Psectrocladius simulans* Joh.



Найдены 1 и 3 личинки в устье р. Мойки на глубине около 0.5 м, на песке и камнях (4 VII 1962).

32. *Diplocladius cultriger* Kieff.

5 личинок было найдено только в истоках р. Славянки, на глубине 0.3 м, на камнях и гравии (25 III 1963).




Рис. 1. Личинка *Brillia longifurca* Kieff.

*1* — усик; *2* — премандибула; *3* — субментум; *4* — мандибула; *5* — максилла; *6* — гипофаринкс; *7* — задний конец тела.

33. *Cricotopus* гр. *silvestris* F.

Наиболее распространенные (в 27 пробах) и наиболее многочисленные (274) личинки в р. Неве и ее притоках в обрастаниях прибрежных камней, свай, плотов, в зарослях высшей водной растительности ( на глубине до 1 м, редко глубже) и непосредственно на самом грунте (в последних случаях единично), главным образом в июле 1962 и 1963 гг.

В устье Ново-Ладожского канала было 80 личинок трех старших возрастов на площади камня 230 см². В самой р. Неве найдено по 1—11 личинок в пробе у левого берега от Петрокрепости до Южной водопроводной станции и по 1—38 личинок у правого берега от Петрокрепости до Верхне-Саратовска. От 1 до 23 личинок найдено в притоках р. Невы: рр. Черной, Мойке, Мге, Тосне, Ижоре, Славянке.

34. *Cricotopus silvestris* F.

Личинки и 1 куколка встретились у правого берега р. Невы у Верхне-Саратовской, на рдестах (27 VII 1962).

35. *Cricotopus trifasciatus* Panz.

Личинки и куколки были в тех же сборах, что и предыдущий вид, и там же в обрастаниях пристани.

36. *Cricotopus* гр. *algarum* Kieff.

Менее распространены (в 20 пробах) и менее многочисленны (всего найдено 80 личинок), чем предыдущая форма, в р. Неве и ее притоках, на песке, камнях и рдестах, также главным образом в июле 1962 и 1963 гг.

В устье Ново-Ладожского канала найдены были только 3 личинки на площади камня 230 см²; у правого и левого берегов р. Невы у о. Орешек, на глубине 0.5 м, на песке; в районе Верхне-Саратовской и у с. Рыбацкого до 66 экз./м²; у правого берега р. Невы в 50 м ниже устья р. Охты и у стенки Морского порта, на глубине 7 м, единично. В устьях рр. Мги, Тосны и в р. Славянке в 500 м выше ее устья и у истока — до 9 личинок в пробе.

37. *Cricotopus ephippium* Zett.

Личинки и 1 куколка обнаружены у левого берега р. Невы в 200 м ниже впадения р. Тосны, среди нитчатых водорослей, на бревнах плотов (28 VII 1962).

38. *Cricotopus biformis* Edw.

Личинки этого вида обнаружены только в 4 сборах в р. Неве (в июле 1962 г.), у правого и левого берегов у о. Орешек, на глубине 2 и 4 м, на песке с древесной трухой и камнях (3 и 1 личинка); в 15 м от правого берега в районе Верхне-Саратовской, на глубине 1 м, на рдестах (5 личинок); у левого берега в 500 м выше устья р. Славянки, на глубине 1.5 м, на рдестах (2 личинки) и 6 личинок найдено в истоках р. Славянки, на глубине 0.5 м, в обрастаниях камней (в мае 1963 г.).

39. *Synorthocladius semivirens* Kieff.

Найдена только 1 молодая личинка, в 50 м от левого берега р. Невы у с. Рыбацкого, на глубине 2 м, на каменистом грунте (9 VII 1962).

40. *Orthocladius* гр. *saxicola* Kieff.

В р. Неве найдены только в июле 1962 г. В устье Ново-Ладожского канала, на глубине 0.6 м, на площади камня 230 см² обнаружены 3 личинки; у левого берега р. Невы у о. Орешек, на глубине до 2 м, на песке — 2; в устье р. Мойки, на глубине 0.3—0.5 м, на камнях — 4; в 500 м выше устья р. Славянки в 20—30 м от берега, на глубине 1.5 м, в рдестах — 8 личинок. У правого берега р. Невы в 800 м выше пристани Лесопарка, на глубине около 1 м, на площади камня 154 см² — 1; выше пристани Верхне-Саратовской, на глубине около 1 м, в обрастаниях деревянных мостков — 10, бетона пристани — 2, в том же районе при глубине 1—2.5 м в зарослях рдеста до 8 экз./м². 3 личинки, близкие к окукливанию, найдены в истоках р. Славянки, на глубине 0.5 м, в обрастаниях камней (24 V 1963).

41. *Orthocladius* гр. *rivicola* Kieff.

Лишь 2 личинки найдены в истоках р. Славянки, на глубине 0.3 м, в обрастаниях камней (25 III 1963) и 7 личинок у левого берега р. Невы против пристани Верхне-Саратовской, с бревен (16 VII 1962).

42. *Orthocladius* sp.

У личинки имеется 1 пара крупных почковидных глаз. Субментум напоминает таковой *Cricotopus algarum*, но срединный зубец светлый, а 5 пар боковых светло-коричневые.

1 взрослая личинка 4 мм длиной была найдена в 10 м от левого берега р. Невы у с. Рыбацкого, на глубине 2 м, на древесной трухе (27 VII 1962). Молодые личинки (2.2—2.5 мм длиной) этой формы были найдены там же,



но на глубине 1 м, на камне; в истоках р. Славянки на глубине 0.3 м, на камне (23 III 1963) и в устье Ново-Ладожского канала, на глубине 0.6 м, на камне площадью 230 см² 1 личинка (17 VII 1962).

43. *Eukiefferiella tshernovskij* Pankr. nov. nom. (sp., по Черновскому, 1949).

Самый многочисленный вид этого рода (в 13 пробах, 51 личинка) в р. Неве. Найден в основном в русле р. Невы от Орешка до устья р. Славянки, а также у правого и у левого берегов, на глубинах от 2 до 11 м, большей частью на камнях (до 440 экз./м²), иногда на песке (в июле 1962 и 1963 гг. и в сентябре 1963 и 1964 гг.). И только 1 личинка была найдена в 50 м от правого берега р. Невы у Ново-Саратовской, на глубине 2.5 м, на плотной серой глине (30 V 1963).

44. *Eukiefferiella hospita* Edw.

Многочисленные личинки (до 33 в пробе) найдены только в истоках р. Славянки, на глубине 0.3—0.5 м, в обрастаниях камней (25 III и 24 V 1963).

45. *Eukiefferiella longipes* Tshern.

5 личинок было обнаружено вместе с предыдущим видом (25 III 1963).

46. *Eukiefferiella similis* Goetgh.

Найдено в количестве 66 экз./м² в 50 м от левого берега р. Невы у с. Рыбацкого, на глубине 2 м, на каменистом грунте (9 X 1962).

47. *Eukiefferiella longicalcar* Kieff.

Найдена только 1 личинка у левого берега р. Невы против пристани Верхне-Саратовской, на бревнах (16 VII 1962).

48. *Eukiefferiella atrofasciata* Goetgh.

2 личинки IV возраста (1 только что слинявшая) были найдены только в р. Ижоре у пос. Аполово, на глубине 1 м, на камнях (в мае 1964 г.).

49. *Eukiefferiella* sp. n.

3 личинки, 4 мм длиной. Щетинки тела редуцированы. Тело с фиолетовым пигментом. Подставки кисточек равны по высоте и ширине. Анальные жабры: вентральная пара равна длине подталкивателей, дорзальная — длиннее их. 2 глаза с каждой стороны тесно соприкасаются, передний немного меньше заднего. Срединный зубец субментума в 1.5 раза шире первого бокового. Боковых зубцов 6 пар. Индекс усика 1.5. Соотношение длины члеников усика 9 : 2 : 1.5 : 1 : 0.5. Щетинка усика достигает конца его. Лауторборновы органы мелкие, но явственные. Мандибула с 4 истинными зубцами и 1 ложным. Щетинка под зубцами массивная, достигает нижнего истинного зубца. Внутренняя щетинка широкая, у основания расщеплена на 5(6) ветвей. Внутренний край мандибулы гладкий.

Найдены в р. Ижоре у пос. Аполово, на глубине 1 м, на камне (в мае 1964 г.).

50. *Microcricotopus bicolor* Zett.

По одной личинке найдено в зарослях рдеста в 50—100 м от правого берега р. Невы в районе Верхне-Саратовской, на глубине 2.0—2.5 м (14 VII 1962) и в р. Черной, на глубине до 1 м (18 VII 1963).

51. *Heterotrissocladius marcidus* (Walk).

Найдено по 1—2 личинки в 30 и 50 м от левого берега р. Невы близ устья р. Мойки, на глубинах 1.5 и 2.5 м, на мелкозернистом песке с наилком (9 X 1962) и в р. Черной в 100 м от ее устья, на глубине 2 м, в иле (22 III 1963).

52. *Limnophyes pusillus* Eaton.

По одной личинке найдено у устья Ново-Ладожского канала, на глубине до 0.6 м, на камне площадью 230 см² (17 VII 1962); в р. Тосне в 400 м выше ее устья, на глубине до 1 м, в зарослях (22 VII 1963); в р. Мурзинке

в 50 м выше ее устья, на глубине 1.5 м, на заиленной глине с камнями и древесной трухой (2 X 1962); у левого берега р. Невы против пристани Верхне-Саратовской, на бревнах (16 VII 1962).

53. *Parakiefferiella gracillima* Kieff.

Найдена только 1 личинка у левого берега р. Невы ниже устья р. Славянки у с. Рыбацкого, на бревне (18 VII 1963). Для СССР указывается впервые.

54. *Smittia septentrionalis* Tshern.

1 личинка найдена у левого берега р. Невы у о. Орешек, на глубине до 2 м, на песке (17 VII 1962).

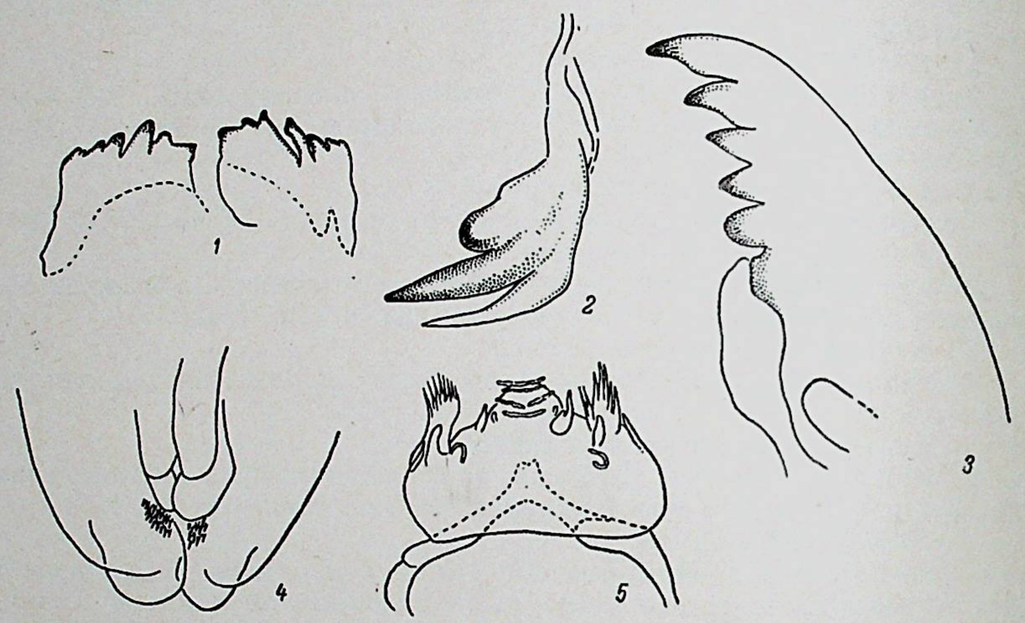


Рис. 2. Личинка *Pseudosmittia gracillis* Goetgh.

*1* — субментум; *2* — премандибула; *3* — мандибула; *4* — задний конец тела; *5* — гипофаринкс.

55. *Trichocladius lucidus* Staeg.

Тоже только 1 личинка найдена в устье р. Ижоры, на глубине 0.5—0.7 м, на гравии (4 VII 1962).

56. *Pseudosmittia gracilis* Goetgh. (рис. 2).

Найдены 3 личинки у левого берега р. Невы против пристани Верхне-Саратовской, на бревнах (16 VII 1962). Для СССР приводится впервые.

57. *Metriocnemus* гр. *atratulus* Zett.

Вместе с предыдущим видом найдена 1 личинка.

58. *Corynoneura* sp.

Много (18 в пробе) этих личинок было в устье р. Мги и 1 — в устье р. Тосны, на глубине 0.5—0.7 м, на мелкозернистом песке в зарослях камыша (4 VII 1962).

59. *Orthocladiinae* gen.? *shadini* sp. n. (рис. 3).

Личинка найдена на середине р. Невы у о. Орешек, на глубине 5 м, на камне (17 VII 1963).

Длина личинки 8.5 мм. Щетинки тела неразвиты. Передние ложноножки с желтыми гребенчатыми крючками. Подталкиватели на вершине с коричневатыми гладкими крючками, базально от них мелкие двувершинные шипики. 4 анальных жабры короткие, овальные. Подставки преанальных кисточек коричневатые, равны по высоте и ширине, в кисточке 3 длинных и 2 коротких щетинки; 2 боковые щетинки довольно



слабые. Голова светлая; глаз 2 пары. Усики четырехчлениковые, меньше половины длины мандибулы, их индекс 1.3; соотношение длины члеников равно 32 : 12 : 3 : 4; кольцевых органа 2 немного ниже середины членика, виден один крупный лаутерборнов орган, равный высоте третьего членика; щетинка усика очень тонкая, нежная, равна длине второго членика.



Рис. 3. Личинка *Orthocladiinae* gen.?

*1* — усик; *2* — субментум; *3* — мандибула; *4* — конец подталкивателя.

Мандибулы с пятью истинными зубцами; щетинка под зубцами нежная, тонкая, но длинная и достигает четвертого снизу зубца; внутренняя щетинка развита слабо, расщеплена на 3 ветви. Щупик максилл очень маленький, усаженный чувствительными придатками. Верхняя губа зернистая; передние центральные щетинки двураздельные. Премандибулы дистально разделены на 2 коротких, заостренных зубца, внутренний из которых значительно шире внешнего. Субментум с одним округлым срединным зубцом и шестью парами боковых, первые из которых значительно выше и срединного, и остальных боковых. Пластинки субментума неразвиты.

### Подсемейство *PELOPIINAE*

60. *Ablabesmyia* гр. *lentiginosa* Fries.

По 1—2 личинки встречаются на всем протяжении р. Невы и в ее притоках у берегов и на середине на различных грунтах и глубинах (в 22 пробах).

61. *Ablabesmyia* гр. *monilis* L.

1—5 личинок найдены в р. Черной в 200 м выше устья, на глубине 2 м, на глине с наилком (30 V 1963) и на глубине около 1 м, в зарослях (18 VII 1963); в р. Мойке в 250 м выше устья, на глубине около 1 м, в зарослях (23 V 1963); в р. Ижоре у пос. Апполово, на глубине 1 м, на камне (в мае 1964 г.).

62. *Anatopynia varia* F.

Найдена только 1 личинка у левого берега р. Невы у устья р. Славянки, на глубине 4 м, в иле (9 X 1962).

63. *Procladius* sp.

Единичные нахождения были главным образом в притоках р. Невы. В самой р. Неве обнаружены у правого берега близ о. Орешек (23 X 1963) и у Верхне-Саратовской (27 VII 1962), а у левого берега близ устья р. Славянки (9 X 1962).

## Обсуждение результатов

Из приведенного обзора прежде всего обращает на себя внимание явное преобладание представителей подсемейства *Orthocladiinae* и *Diamesinae* над представителями подсемейства *Chironominae*. Отношение числа форм первых двух подсемейств к последнему для самой р. Невы (без притоков) составляет 29 : 22. Если мы посмотрим, каково подобное соотношение в других крупных реках Советского Союза, то увидим, что, например, для Амура оно составляет 6 : 28 (Константинов, 1950); для р. Енисея — 31 : 58 (Грезе, 1957); для р. Оки — 29 : 58 (Панкратова, 1964); для р. Эмайыги — 15 : 52 (Тыльп, 1958); для рек бассейна р. Печоры 70—78 (Зверева, 1965). В порожистых реках Кольского полуострова это соотношение равно 11 : 10 (Жадин, 1940). По фауне личинок хирономид р. Нева сходна с северными реками, особенно порожистыми. Большинство проб (71%), собранных в р. Неве, содержит личинок ортокладиинно-диамезинного комплекса. Общее число этих личинок, обнаруженных во всех сборах только в самой р. Неве, примерно в 4 раза больше хирономин (410 : 110). Личинки *Orthocladiinae* и *Diamesinae* оксифильные. В период сбора личинок хирономид насыщение кислорода в воде р. Невы составляло около 100%, падая до 79% лишь ниже впадения р. Славянки (Озерецковская и Смирнова, наст. сб.).

Поскольку можно судить по обилию отдельных форм, в качественных и некоторых количественных сборах личинки хирономид достигают численного превосходства в верхней половине р. Невы от Петрокрепости примерно до впадения р. Тосны. На камнях и песке при глубине 3—11 м на середине реки и у берегов в изобилии (до 440 экз./м²) живут личинки *Eukiefferiella tshernovskij*. В меньшем количестве там обитают *Cricotopus* гр. *silvestris*, *Cricotopus* гр. *algarum* и *Polypedilum* gen.? № 3 Lipina.

В обрастаниях камней при глубине 0.5—0.6 м массового развития достигает *Cricotopus* гр. *silvestris* (до 3478 экз./м²). В значительно меньших количествах встречаются *Cricotopus* гр. *algarum*, *Orthocladius* гр. *saxicola* (130 экз./м²) и *Polypedilum* гр. *convictum* (87 экз./м²). На песке при глубине 1—2 м и на глине при глубине 2—3 м количественное развитие личинок незначительно, в основном за счет *Cricotopus* гр. *algarum*, *Othorcladius* гр. *saxicola*, *Prodiamesa* гр. *bathyphila*, *Polypedilum breviatennatum*, *Microtendipes* гр. *chloris*, *Tanytarsus* гр. *mancus*, *Endochironomus albipennis*. На слабо заиленном песке при глубине 2—4 м *Polypedilum breviantennatum* достигает 520 экз./м², а *Prodiamesa* гр. *bathyptila* 160 экз./м², другие (главным образом *Cricotopus*) встречаются реже.

В нижней половине р. Невы выше г. Ленинграда количественное развитие личинок хирономид значительно беднее, чем в верхней половине. Так, на песке при глубине 2—11 м как на середине реки, так и у берегов *Eukiefferiella tshernovskij* встречались лишь единично. Несколько больший удельный вес имеют *Cryptochironomus* гр. *defectus* и *camptolabis*. Появляется *Procladius*. На камнях, ближе к берегам, при глубине 1—2 м наибольшего расцвета достигают *Cricotopus* гр. *algarum* (до 714 экз./м²), встречаются *Eukiefferiella similis* (180 экз./м²). Среди водной растительности при глубине 0.5—2.5 м и у левого и у правого берегов Невы живут в незначительных количествах *Cricotopus* гр. *silvestris*, *Cricotopus* гр. *algarum*, *Cricotopus biformis*, *Orthocladius* гр. *saxicola*, *Orthocladius* гр. *rivicola*, *Polypedilum* гр. *convictum*. На глине при глубине 1—2.5 м у правого берега были лишь единичные нахождения личинок, преимущественно *Polypedilum breviantennatum* и *Eukiefferiella tshernovskij*. В р. Неве ниже устья р. Охты у правого берега на песке и в устье р. Невы на камнях при глубине 7 м были единичные находки *Cricotopus* гр. *algarum*. И только в обрастаниях бетонной стенки Южной водопроводной станции найдено несколько личинок *Cricotopus* гр. *silvestris*.

Из притоков р. Невы более или менее полно была исследована р. Славянка. В ее истоках при глубине 0.3—0.5 м камни богато населены *Eukiefferiella hospita*, *Cricotopus* гр. *algarum* и *biformis*, *Diplocladius cultriger* и другими оксифильными формами. Ниже были обнаружены единичные личинки *Chironomus* только в 200 м от устья на заиленной глине (глубина 4 м). В самом устье на илу также при глубине 4 м, кроме *Chironomus*, встретились *Anatopynia varia* и *Procladius*.

В других притоках р. Невы личинки хирономид также не достигали значительного развития. В зарослях водной растительности доминировали обычные для этого биотопа *Cricotopus* гр. *silvestris*, *Corynoneura*, *Orthocladius* гр. *saxicola*. В илу при глубине 1—2 м чаще встречались *Procladius* (до 120 на 1 м²), *Polypedilum* гр. *nubeculosum*, *Cryptochironomus* гр. *defectus*. На песке и песке с наилком и глиной были лишь единичные нахождения *Polypedilum breviantennatum*, *Heterotrissocladius marcidus*, *Stictochironomus* гр. *histrio* и некоторые другие.

## Выводы

1. Для фауны личинок хирономид р. Невы характерно преобладание оксифильных личинок преимущественно *Orthocladiinae*.

2. Значительного количественного развития как в самой р. Неве, так и в ее притоках достигают только фитофильные личинки и именно *Cricotopus* гр. *silvestris*.

3. Из псаммореофилов наибольшего количественного развития достигают личинки *Eukiefferiella*, отсутствуют личинки *Cryptochironomus*, характерные для песчаных грунтов других равнинных рек.

4. Численность личинок хирономид значительно уменьшается в нижней половине р. Невы особенно у ее устья, по-видимому, под влиянием загрязнения.

## ЛИТЕРАТУРА


Грезе И. И. 1957. Личинки тендипедид Енисея. Тр. Всесоюзн. гидробиол. общ., VIII : 231—246.

Дерюгин К. М. 1922. Гидробиологические работы в Невской губе. Иссл. р. Невы и ее бассейна, 1 : 155—162.

Дерюгин К. М. 1923. Гидрология и бентос. Иссл. р. Невы и ее бассейна, 2 : 1—36.

Дерюгин К. М. 1925. Гидрология и бентос восточной части Финского залива. Иссл. р. Невы и ее бассейна, 2 : 1—48.

Жадин В. И. 1940. Фауна рек и водохранилищ. Тр. Зоол. инст. АН СССР, V, 3—4 : 519—991.

Жадин В. И. и Г. В. Герд. 1961. Реки, озера и водохранилища СССР, их фауна и флора. М. : 205—208.

Зверева О. С. 1965. Распределение личинок хирономид в бассейне р. Печоры. Тезисы 1-го съезда Всесоюзн. гидробиол. общ. : 169—170.

Константинов А. С. 1950. Хирономиды бассейна р. Амур и их роль в питании амурских рыб. Тр. Амурск. ихтиол. эксп. 1945—1949 гг., 1 : 147—287.

Материалы к изучению бентоса Невской губы. 1949. Уч. зап. ЛГУ, сер. биол., 21 : 107—141.

Озерецковская Н. Г. и Н. Ф. Смирнова. О результатах исследования химизма Невы и ее притоков в 1962—1963 гг. (Наст. сб.).

Панкратова В. Я. 1964. Личинки тендипедид (хирономид) реки Оки. Тр. Зоол. инст. АН СССР, XXXII : 189—207.

Тыльп Ы. К. 1958. Хирономиды реки Эмайыги и их значение в составе донной фауны. Автореф. дисс. Инст. зоол. и ботаники АН Эст. ССР : 1—14.

# РЫБЫ И РЫБНЫЙ ПРОМЫСЕЛ РЕКИ НЕВЫ И ВЛИЯНИЕ НА НИХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ

*А. Г. Гусев*

(Государственный научно-исследовательский институт озерного и речного рыбного хозяйства)

Река Нева — один из важных рыбопромысловых водоемов Ленинградской обл. Совместно с Невской губой они являются не только местом обитания туводных рыб, но и местом воспроизводства и нагула ряда ценных промысловых проходных рыб Балтийского бассейна.

Несмотря на то что Нева и Невская губа расположены в районе такого большого культурного центра, как Ленинград, в котором сосредоточено много научных учреждений, изучены они как рыбопромысловые водоемы еще недостаточно.

Дореволюционные литературные источники, наиболее полно освещающие данные о рыбах р. Невы и о ее рыболовстве, относятся в основном к прошлому веку и началу настоящего века (Кесслер, 1864; Данилевский, 1875; Зотов, 1899; Баранов, 1912; Алфераки, 1915).

В первые годы после Великой Октябрьской революции этому вопросу также не было уделено достаточного внимания. Только в тридцатых годах непосредственное изучение рыб и рыбного промысла р. Невы и косвенное освещение этих вопросов в связи с изучением рыб и промысла Финского залива несколько усилилось (Михин, 1925; Петров, 1925; Берг, 1929, 1932; Иванова-Берг, 1929, 1932, 1936; Шуколюков, 1931; Правдин, 1931, 1939; Михин и Антипова, 1932; Тихий, 1933; Осокина, 1935; Гриб и Вернидуб, 1935; Персов, 1936; Жуковский, 1939; Тюрин, 1939; Лузанская, 1940; Титенков, 1941).

В этот период более основательные исследования по изучению сырьевой базы реки и по рационализации промысла были начаты в 1936 г. Всесоюзным научно-исследовательским институтом озерного и речного рыбного хозяйства (ВНИОРХ), но, к сожалению, они не были закончены и не полностью опубликованы.

После окончания Великой Отечественной войны плановые исследования на р. Неве ВНИОРХом не были продолжены. Не проводились они и другими научными организациями. Были проведены лишь работы отдельными исследователями, в основном по изучению биологии некоторых рыб (Кожевников, 1949а, 1949б, 1955, 1956а, 1956б; Голенищев, 1951; Янковская, 1955), и косвенно частично освещены отдельные вопросы биологии и промысла в работах по другой тематике (Дрягин, 1950; Шидловский, 1950).

Вследствие изложенного ряд вопросов биологии и промысла рыб р. Невы и Невской губы остается неизученным еще до настоящего времени. Среди них такие важные вопросы, как выяснение причин падения уловов лососевых рыб, снижения хода корюшки и ряпушки в р. Неву и др.



Эти вопросы могут быть разрешены только после проведения широких комплексных научно-промысловых исследований на р. Неве и Невской губе.

В настоящей статье освещается только один вопрос — о степени влияния возрастающего загрязнения р. Невы и Невской губы на биологию и промысел основных промысловых рыб этих водоемов.

Ихтиофауна р. Невы представлена значительным количеством видов пресноводных и проходных рыб: лосось (*Salmo salar* L.), сиг (*Coregonus lavaretus* (L.)), ряпушка (*Coregonus albula* L.), корюшка (*Osmerus eperlanus* (L.)), минога (*Lampetra fluviatilis* (L.)), угорь (*Anguilla anguilla* (L.)), судак (*Lucioperca lucioperca* (L.)), лещ (*Abramis brama* (L.)), щука (*Esox lucius* L.), окунь (*Perca fluviatilis* L.), плотва (*Rutilus rutilus* (L.)), сырть (*Vimba vimba* (L.)), уклея (*Alburnus alburnus* (L.)), язь (*Leuciscus idus* (L.)), ерш (*Acerina cernua* (L.)), налим (*Lota lota* (L.)), осетр (*Acipenser sturio* L.), голавль (*Leuciscus cephalus* (L.)), елец (*Leuciscus leuciscus* (L.)), хариус (*Thymallus thymallus* (L.)), сом (*Silurus glanis* L.), иногда таймень (*Salmo trutta* L.) и др.

Однако промысловое значение имеют не все эти рыбы.

В верхнем участке р. Невы до Ивановских порогов ловится в основном лосось, где для него имеются хорошие места нереста. Уловы других рыб незначительны.

ТАБЛИЦА 1

Уловы рыбы в р. Неве (в ц) по породному составу за ряд послевоенных лет (по данным Севзапрыбвода)

| Вид | 1946 г. | 1947 г. | 1948 г. | 1949 г. | 1950 г. | 1951 г. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Сиг | 1 | 31 | 2 | 3 | 1 | — |
| Ряпушка, рипус | 159 | 56 | 104 | 67 | 605 | — |
| Корюшка | 4269 | 4550 | 5058 | 5559 | 5534 | 4544 |
| Минога | 73 | 123 | 82 | 69 | 128 | 83 |
| Судак | 2 | 5 | — | 7 | 3 | — |
| Лещ | 7 | 10 | 30 | 47 | 46 | — |
| Щука | 12 | 6 | 16 | 12 | 7 | — |
| Окунь | 32 | 70 | 37 | 67 | 48 | 16 |
| Плотва | — | 30 | 67 | 245 | 94 | 25 |
| Уклея | — | 6 | — | 40 | — | — |
| Ерш | 30 | 123 | 32 | 191 | 30 | 22 |
| Налим | 10 | 16 | 7 | 10 | 2 | — |
| Язь | — | 6 | — | 2 | — | — |
| Голавль | — | 1 | — | — | — | — |
| Прочие | 74 | 96 | 152 | 272 | 60 | 68 |
| Итого | 4659 | 5128 | 5582 | 6591 | 6558 | 4758 |

На участке реки ниже порогов основными объектами промысла являются корюшка и минога. В отдельные годы ловится также ряпушка. Частиковые же рыбы, как это видно из данных табл. 1, в уловах встречаются в незначительных количествах. Лов частиковых рыб вообще освоен плохо. Это связано с сезонностью лова рыбы в Неве, так как главный объект промысла — корюшка — вылавливается в основном только в весеннее время. Отсутствие лова в другие сезоны года объясняется также тем, что многие рыбы (сом, осетр, судак и др.) встречаются в реке редко.

Таким образом, основными промысловыми рыбами р. Невы являются корюшка, минога, частично лосось.

В довоенный период, по данным Д. И. Лузанской (1940), различные объекты промысла на р. Неве (1934—1938 гг.) в процентах к общему улову

составляли: корюшка — 84.60%, минога — 7.05%, прочие породы рыб — 8.35%.

В последние годы, как видно из материалов табл. 2, соотношение отдельных пород рыб в невском промысле еще более сдвинулось в сторону преобладания в нем по удельному весу корюшки.

Среди прочих пород рыб в р. Неве в отдельные годы вылавливалась в значительных количествах ряпушка, но с 1936 г. она стала плохо заходить в Неву.

ТАБЛИЦА 2

Удельный вес в невских уловах отдельных пород рыб (в %) за последние 10 лет, с 1955 по 1964 гг.

| Вид | Улов (в ц) за 1955—1959 гг. | % к общему улову | Улов (в ц) за 1960—1964 гг. | % к общему улову |
|---|---|---|---|---|
| Минога . . . . . | 1054 | 3.84 | 935 | 6.91 |
| Корюшка . . . . . | 24086 | 88.77 | 12101 | 89.41 |
| Другие породы . . . | 1856 | 7.39 | 345 | 3.68 |
| Итого . . . . | 26996 | 100 | 13281 | 100 |

В ихтиофауне Невской губы из 27 видов обитающих в ней пресноводных рыб (лещ, судак, плотва, уклея, окунь, щука, ерш и др.) и 8 видов проходных рыб (лосось, корюшка, речная минога, ряпушка, угорь и др.) промысловое значение имеют только корюшка, минога, лещ, судак, плотва, окунь, щука и частично угорь.

Промысел здесь наиболее сильно развит также в отдельные сезоны года. В годовом вылове Невской губы весенний лов составляет 70—75% и летне-осенний 25—30%. Весной ловится в основном корюшка, лещ, судак, ерш, летом и осенью — минога, ряпушка. Зимой промысла почти нет.

Остановимся кратко на характеристике отдельных промысловых рыб р. Невы.

Невская, или морская корюшка — *Osmerus eperlanus* (L.) является главной промысловой рыбой р. Невы. Вылов ее в реке составляет до 40—60% всей годовой добычи корюшки в Финском заливе.

В уловах обычно преобладают возрастные группы 4+ и 5+, т. е. по пятому и шестому годам. Встречаются представители и бо́льших возрастных групп.

Невская корюшка наиболее крупная из рода корюшек (*Osmerus*), и взрослые ее особи достигают до 26.5 и более сантиметров длины и 32—33 г веса. Половозрелость у нее наступает на 3—4-м году. Зимой она обитает в заливе на глубинах 20—30 м. Весной идет на нерест в реки. В посленерестовый период летом и осенью держится в открытых частях водоема (Кожевников, 1949а, 1949б, 1955).

Нерестится корюшка в начале мая в основном в р. Неве и в предустьевых участках ее дельты в Невской губе (рис. 1). Основные нерестилища расположены в черте г. Ленинграда и лишь часть их выше по реке.

Заход корюшки в Неву начинается со второй половины апреля и обычно совпадает с моментом вскрытия реки. В разные годы нерестовый ход ее в Неву происходит не в одно и то же время, иногда расхождение достигает свыше одного месяца (12 IV 1943 и 15 V 1946). По данным Г. П. Кожевникова (1949б), обусловливается это в основном гидрологическим режимом (температура воды, уровни). Массовый ход корюшки



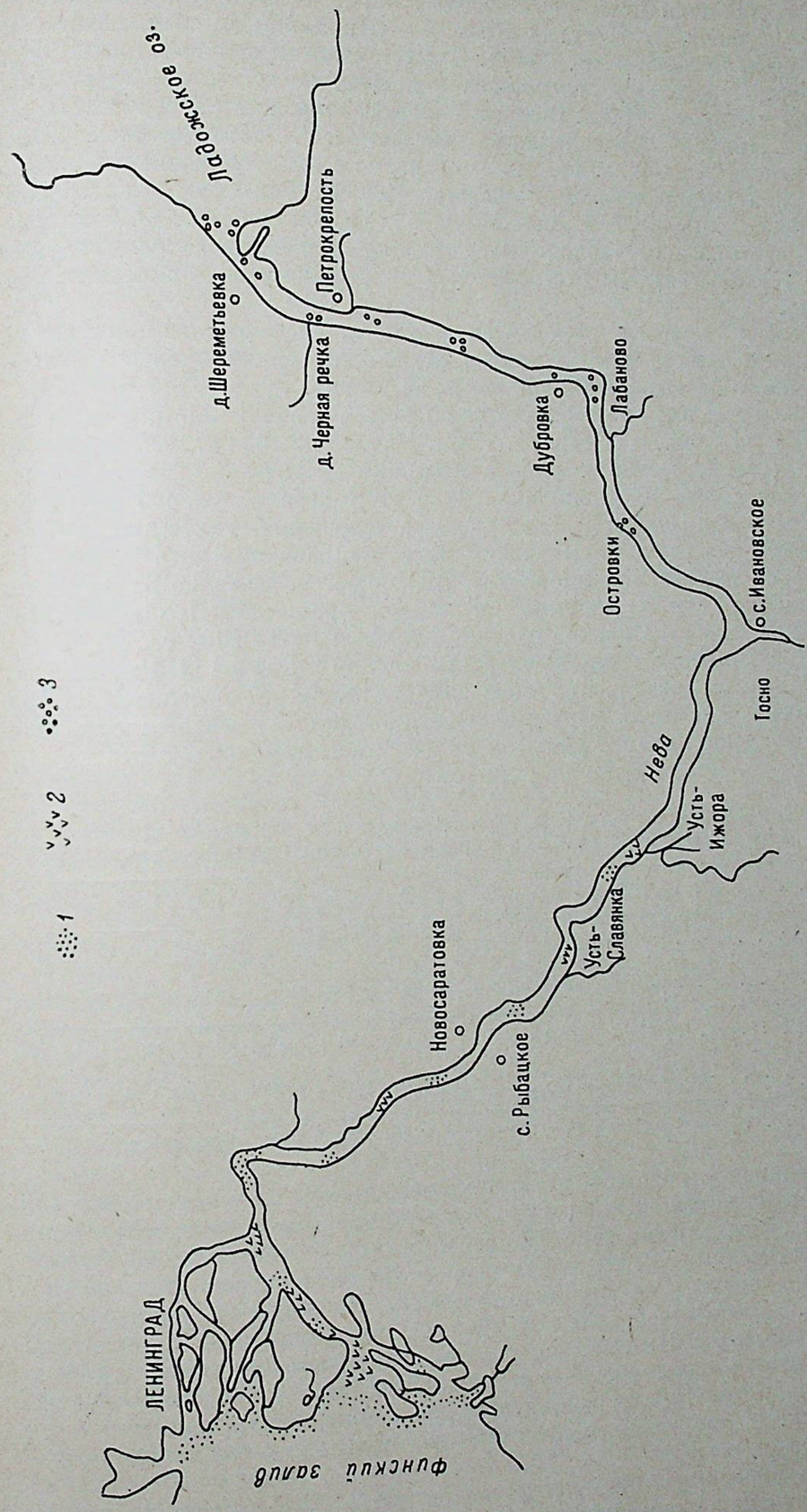



Рис. 1. Схематическая карта мест нереста промысловых рыб (по данным Севзапрыбвода).
*1* — места нереста корюшки; *2* — места нереста миноги; *3* — места нереста лосося.

начинается обычно при 5—6°. Западные или нагонные ветры способствуют заходу корюшки в Неву, восточные — отрицательно сказываются на заходе рыбы (Кожевников, 1956а). Движется она из залива по всем рукавам реки. Некоторая часть корюшки в Неву не заходит и мечет икру в предустьевых участках. В нерестовом ходе корюшки в Неву отмечается два пика. Причины образования их неизвестны. Г. П. Кожевников (1949а) высказывает предположение, что это связано с биологической неоднородностью популяций невской корюшки. Первый максимум захода чаще совпадает с температурой воды около 4°, второй — 8—9°. Рыбаки различают раннюю, или «холодную», корюшку и позднюю, «теплую» (идет в массе в конце мая). Выше Ивановских порогов по реке корюшка не поднимается.

Промысел корюшки проводится в период ее нерестовой миграции, поэтому он носит сезонный характер. В районах ее постоянного обитания в губах и в Финском заливе лов почти не развит.

В довоенное время корюшки вылавливалось около 8 тыс. ц, а в отдельные годы и до 9 тыс. ц (Правдин, 1939). Начиная с 1938 г., как это видно из данных табл. 3, таких уловов корюшки в Неве не наблюдалось. Исключение составил только один 1955 г. Колебание уловов по годам обычно является следствием ежегодных изменений гидрометеорологических факторов (колебания уровня реки, направления ветров, продолжительности ледостава, температуры воды и др.) и частично результатом организационных и технических недочетов промысла (Правдин, 1939; Кожевников, 1949а). Сильное падение уловов в 1938—1940 гг. И. С. Титенков (1941) объясняет исключительно плохой организацией промысла.

Этого нельзя сказать про последние годы. В послевоенный период интенсивность промысла корюшки и техническая его оснащенность значительно возросли, однако уловы ее не достигают довоенных лет.

ТАБЛИЦА 3

Динамика уловов корюшки на р. Неве (в ц) с 1934 по 1964 гг. (По данным Севзапрыбвода)

| Годы | 1934 | 1935 | 1936 | 1937 | 1938 | 1939 | 1940 | 1944 | 1945 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Уловы, в ц | 5610 | 4771 | 8594 | 7401 | 2658 | 3480 | 1435 | 2409 | 2845 |
| Годы | 1946 | 1947 | 1948 | 1949 | 1950 | 1951 | 1952 | 1953 | 1954 |
| Уловы, в ц | 4269 | 4550 | 5053 | 5560 | 5534 | 4544 | 2025 | 1152 | 6120 |
| Годы | 1955 | 1956 | 1957 | 1958 | 1959 | 1960 | 1961 | 1962 | 1963 | 1964 |
| Уловы, в ц | 9038 | 5996 | 1727 | 2162 | 5163 | 3895 | 3361 | 2369 | 870 | 1606 |

В последние годы большое отрицательное влияние на условия обитания и размножения корюшки (как и других рыб) оказывает загрязнение реки и Невской губы. Многие нерестилища корюшки в районе города сильно загрязнены смолами, нефтепродуктами и другими загрязнителями, поступающими в реку со сточными водами. Наблюдения, проведенные в 1961 г. ихтиологами Севзапрыбвода, по инициативе начальника отдела рыбоохраны Л. С. Касперовича, за развитием икры корюшки показали, что на большинстве участков Невы икра откладывалась в загрязненную среду. Икра корюшки, как известно, клейкая, прикрепляется к субстрату. В загрязненных местах она попадает в неблагоприятные условия и погибает.

В целях проверки этого экспериментально в 1961 г. были проведены опыты по изучению влияния загрязнения реки на развитие икры корюшки.



Сбор и оплодотворение икры корюшки для проведения опытов производились с 29 мая по 1 июня. Икра бралась только от вполне зрелых текучих и внешне здоровых самок, отобранных из мереж и неводов. Оплодотворение производилось сухим способом.

Оплодотворенная икра размещалась на березовых венчиках, которые устанавливались на различных глубинах в реке на тросах, прикрепленных к мережам.

Венчики были размещены на следующих, установленных ГосНИОРХ, загрязняемых участках реки: Арсенальная, Охтинский мост и у пос. Рыбацкого. Причем у последнего они были поставлены как у левого, так и у правого берегов, степень загрязнения воды у которых была неодинакова (А. Г. Гусев и др., Санитарное состояние реки Невы и Невской губы, наст. сб).

Венчики на этих участках реки простояли до 8 VI 1961, и на многих из них икра была покрыта мазутом и погибла (рис. 2). Например, на грязных участках реки около Арсенальной, Охтинского моста и Финляндского моста гибель икры за 68 дней достигала 95%. Около пос. Рыбацкого у правого менее загрязненного берега отход икры составил 40%, а у левого берега, где в Неву поступают грязные воды р. Славянки, отход был равен 80%.

Эти опыты показывают, какое сильное отрицательное влияние на развитие икры корюшки оказывают загрязнения, поступающие в Неву со сточными водами.

Главные нерестилища корюшки, как отмечалось выше, расположены на участках реки в черте г. Ленинграда, подверженных воздействию сточных вод, поэтому они безусловно потеряли свое значение для ее воспроизводства и в основном выбыли из строя.

Пополнение запасов корюшки в настоящее время идет лишь за счет небольшого количества икры, откладываемой на верхних участках р. Невы, менее подверженных загрязнению.

Таким образом, усиливающееся с каждым годом загрязнение реки оказывает сильное отрицательное влияние на условия обитания и развития корюшки и ведет к подрыву ее запасов.

Такая картина наблюдается и в Невской губе. Например, в 1964 г. совместными исследованиями ГосНИОРХ и Севзапрыбвода было установлено, что на подход корюшки к северному побережью губы сильно отрицательно сказался сброс в р. Сестру зимой большого количества мазута. По мере прогрева воды мазут поднимался со дна реки и выносился в Финский залив.

Речная, невская минога — *Lampetra fluviatilis* (L.) семейства миноговых (*Petromysonidae*) проходная рыба. Она встречается по всем берегам Финского залива и заходит на нерест в реки, впадающие в него, и, в частности, в довольно значительных количествах в р. Неву.

По Л. С. Бергу (1940), минога образует две расы — крупную, достигающую длины 31—33 см и веса 60—65 г, и мелкую (*L. f.* forma, *praecox* Berg), имеющую длину 21—22 см (Иванова-Берг, 1936). Последняя живет в море всего один год и осенью следующего года в возрасте 1+ морской жизни мигрирует в реки для нереста. Крупные формы проводят в море не менее 2 лет.

Обе эти расы совершают две миграции в реки — осенью и весной. Осенний ход миноги начинается в августе, наиболее интенсивно протекает в сентябре и октябре и заканчивается в конце ноября (Правдин, 1939). Эта так называемая озимая форма миноги обитает в реках всю зиму, не питаясь, и нерестится на следующий год весной в первой половине июня. Яровая форма миноги заходит в реки весной в начале мая и нерестится в этом же году. Эта форма менее распространена.

Ко времени нереста у речной миноги (у самцов и самок) тело укорачивается на 3—4 см, что, видимо, связано с их голоданием перед нерестом.

Выклюнувшиеся из икры личинки живут в реке около 4 лет, где превращаются во взрослые формы и скатываются в Финский залив. Половозрелости минога достигает в 5—6 лет и после нереста погибает.

И. Ф. Правдин (1939) считает, что вопрос об осенних и весенних разновидностях невской миноги требует дальнейших исследований, так же как и ряд других вопросов ее биологии (о миграциях, о возрасте, о темпе роста, расовом составе, продолжительности жизни, о гибели после нереста и т. п.), которые недостаточно еще изучены.

Запасы речной миноги, заходящей в р. Неву, невелики, но уловы ее, как видно из данных табл. 4, могут быть в отдельные годы выше 500 ц. По данным И. Ф. Правдина (1939), при нормальных условиях обитания миноги в реке и проведении ряда организационных мероприятий уловы ее можно довести до 1000 ц, т. е. повысить в два раза по сравнению с годами высоких уловов (1934—1936 гг.).

ТАБЛИЦА 4

Динамика уловов миноги на р. Неве (в ц) с 1934 по 1964 гг. (по данным Севзапрыбвода)

| Годы | 1934 | 1935 | 1936 | 1937 | 1938 | 1939 | 1940 | 1944 | 1945 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Уловы, в ц | 536 | 530 | 538 | 377 | 383 | 73 | 29 | 133 | 24 |
| Годы | 1946 | 1947 | 1948 | 1949 | 1950 | 1951 | 1952 | 1953 | 1954 |
| Уловы, в ц | 73 | 123 | 82 | 69 | 128 | 83 | 146 | 179 | 216 |
| Годы | 1955 | 1956 | 1957 | 1958 | 1959 | 1960 | 1961 | 1962 | 1963 | 1964 |
| Уловы, в ц | 133 | 138 | 133 | 278 | 372 | 172 | 359 | 268 | — | 136.4 |

Однако материалы табл. 4 показывают, что уловы ее начиная с 1937 г. стали сильно падать. В довоенный период это было связано с падением интенсивности промысла, с уменьшением количества выставляемых орудий лова — бураков. В послевоенные годы интенсивность промысла значительно возросла, количество выставляемых бураков достигало и превышало количество их в 1934—1936 гг., но уловы не повысились. Если до 1937 г. годовой вылов миноги в среднем достигал 475—500 ц (Правдин, 1939), то за 20 послевоенных лет средний годовой улов составил только 162 ц, а в отдельные годы уловы падали до 60—80 ц и ниже.

Периодические колебания уловов по годам можно объяснить разной интенсивностью захода миноги в реку, что связано с гидрометеорологическими условиями года, но общее падение уловов, видимо, вызвано усиливающимся с каждым годом загрязнением реки (Шидловский, 1950).

Места нереста миноги и промысловые ее участки расположены в основном в нижней части Невы и в Невской губе в пределах г. Ленинграда, как раз на наиболее загрязненных их участках (рис. 2). На этих участках имеется значительное нефтяное загрязнение. Количество нефтепродуктов в грунтах достигает до 1—2.5%. Очень часто выловленная здесь рыба имеет неприятный запах и вкус нефтепродуктов, а орудия лова (бураки) бывают сплошь забиты нефтью.

Все это нарушает нормальные условия обитания миноги и развития ее личинок в Неве, а следовательно, и подрывает ее запасы.

Невский лосось — *Salmo salar* (Linné) относится преимущественно к летней расе атлантического лосося, которая на нерест заходит



в реки, впадающие в Финский залив, в основном в рр. Неву, Лугу и Нарву. В зависимости от места их захода различают невского, лужского и нарвского лососей. В этих реках и в их устьевых участках производится и промысел лосося. Наблюдается два захода лосося в реки.

Первый заход в р. Неву начинается в конце мая и заканчивается в конце июня; второй заход начинается в августе и продолжается до половины сентября. По реке лосось поднимается в верхние ее участки выше Ивановских порогов. Нерест происходит в последней декаде октября и первой декаде ноября при температуре воды в начале нереста 7.6—4.0° и в конце — 4.8—0.7°. Самый разгар нереста наблюдается в первых числах ноября. Скат отнерестившихся особей происходит обычно в феврале—марте и редко в апреле—мае.

Нерестилища лосося в Неве расположены в районах деревень Шереметьевка, Дубровка, Оранжерейка. Здесь он в основном и вылавливается (до 95% уловов).

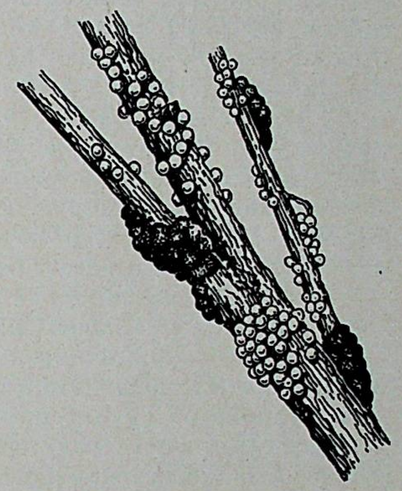


Рис. 2. Ветка березового веничка с икрой корюшки, загрязненной мазутом.

Средние размеры невского лосося колеблются от 82.5 до 94 см, средний вес от 6.5 до 9.9 кг (Правдин, 1939). В 1962 г. средний вес выловленного лосося колебался от 5.9 кг (осенью) до 8.9 кг (летом). Наиболее крупные экземпляры, по данным Севзапрыбвода, достигают 1.0—1.1 м длины и до 17 кг весом. Попадаются эти экземпляры обычно во время летнего лова.

В реке темп роста лосося замедленный, в море — интенсивный. По возрастному составу преобладают группы 6+ и 5+. В реке молодь лосося обитает 2—3 года, причем самцы и самки живут в реке одинаковое количество лет (Световидова, 1941), а затем скатывается через Невскую губу в море или задерживается в опресненных участках Финского залива. В море лосось обитает от одного до 4 лет, после чего возвращается в реки на нерест. В довоенный период лососи, пришедшие на нерест в Неву второй и третий раз, составляли от 9.2 до 15.7% (Правдин, 1939).

До тридцатых годов средние уловы невского лосося достигали 200 ц, а в отдельные годы и выше. Затем вследствие нерационального промысла уловы с 1935 г. значительно упали, но все же до начала Великой Отечественной войны колебались в пределах 100—190 ц. После войны наступил период громадного упадка вылова лосося, что вызывается рядом причин. В ходе атлантического лосося отмечается периодичность, вызываемая климатическими факторами (Берг, 1935; Правдин, 1939), но данные последних 20 лет не показывают резких периодических колебаний в уловах. За все двадцать лет уловы очень незначительны. Есть основания считать, что отсутствие роста вылова лосося является следствием хищнического его лова в море на путях движения к местам нереста. Невские рыбаки в последние годы часто обнаруживают в полости рта и пищеводе выловленных лососей части крючковой снасти (крючок со спутанным капроновым поводцом 1.5—2.0 м).

Европейская ряпушка — *Coregonus albula* (Linné) типичная озерная рыба (Покровский, 1953). Например, исследованиями 1932 г. было установлено, что в бассейне Финского залива имеется 38 озер с ряпушкой (Дрягин, 1941). Исключение составляет невская ряпушка, встречающаяся в значительных количествах в Неве и Финском заливе. П. А. Дря-

гин (1941) отмечает, что характерной особенностью ряпушки является колебание в размерах. В частности, в р. Неве ряпушка представлена двумя формами: мелкая и крупная. Последнюю называют рипус.

Н. Н. Голенищев ((1951) предполагает, что возникновение этих форм связано со скатом молоди ряпушки («мошкарки») в море. Молодь быстро скатывается в море, попадает в благоприятные условия для ее развития, вследствие чего она хорошо растет и образует крупную форму (рипус). Молодь, задержавшаяся в реке до поздней осени или до следующего года, растет медленно и образует мелкую форму ряпушки.

Исследованиями Л. А. Янковской ((1955) не подтверждается существование двух разных форм у невской ряпушки. По ее данным, крупная невская ряпушка длиной 14.7—18 см принадлежит к старшей возрастной группе (3+) и по своим морфологическим признакам она не отличается от мелкой ряпушки длиной 7.2—14.4 см. Следовательно, невская ряпушка представлена в реке только одной формой.

Г. П. Кожевников (1956б) и В. В. Покровский (1953) полагают, что ряпушку «мошкарку» нельзя считать молодью проходной ряпушки. По их данным, невская «мошкарка» является озерной ряпушкой, зашедшей из Ладожского озера. Молодь ладожской ряпушки и рипуса, как отмечает Покровский, в некоторые годы заходит в Неву, скатывается в Финский залив и здесь, находясь в хороших условиях, развивается, достигает крупных размеров и пополняет нерестовое стадо невской проходной ряпушки. Запасы последней он считает ничтожными.

По данным Кожевникова (1956а), озерная ряпушка, попав в Неву, достигает здесь половой зрелости и в море не скатывается.

В отличие от других ряпушек (озерных) у невской ряпушки резко выражена миграция в реку, чего нет у озерных ряпушек (Правдин, 1939). Несмотря на это, невская ряпушка мигрирует в реки и, в частности, в Неву периодически, не каждый год.

Ход ряпушки в р. Неву происходит в конце лета, а в конце августа она нерестится в реке и Невской губе.

В связи с периодичностью захода в Неву уловы ее в реке, как это видно из данных табл. 5, резко колеблются. В отдельные годы ряпушка вообще не заходит в Неву и отсутствует в уловах.

ТАБЛИЦА 5

Динамика уловов ряпушки на р. Неве (в ц) с 1934 по 1964 гг. (по данным Севзапрыбвода)

| Годы | 1934 | 1935 | 1936 | 1937 | 1938 | 1939 | 1940 | 1944 | 1945 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Уловы, в ц | — | 565 | 200 | — | — | — | — | 50 | 171 |
| Годы | 1946 | 1947 | 1948 | 1949 | 1950 | 1951 | 1952 | 1953 | 1954 |
| Уловы, в ц | 159 | 57 | 104 | 67 | 605 | — | 5 | 3 | 579 |
| Годы | 1955 | 1956 | 1957 | 1958 | 1959 | 1960 | 1961 | 1962 | 1963 | 1964 |
| Уловы, в ц | 189 | 53 | 302 | 857 | 211 | 40 | 22 | 63 | 45 | 14 |

Причины периодического исчезновения и появления ряпушки в Неве неизвестны. По-видимому, это зависит от гидрометеорологических факторов. По мнению В. В. Покровского (1953), колебания в уловах ряпушки объясняются спорадическим скатом в Неву, а затем в Финский залив ладожской ряпушки.



В последнее пятилетие проходная ряпушка каждый год заходит в Неву, но уловы ее очень низки. В то же время за этот период сильно возросло как общее, так и нефтяное загрязнение Невы и Невской губы. Это обстоятельство не может не сказаться отрицательно на заходе ряпушки в Неву.

Кроме миноги, корюшки и ряпушки, в уловах на р. Неве, как видно из данных табл. 1 и 6, встречаются и другие породы рыб, как-то: окунь, плотва, лещ, ерш, щука, налим; реже — судак, язь, голавль, уклея. Весьма редко попадаются осетр и таймень.

В общих условиях все эти рыбы занимают очень небольшой процент, и промысловое их значение невелико (табл. 6).

Исследованиями ВНИОРХа, проведенными в 1936 г., было установлено, что по состоянию сырьевых рыбных запасов р. Нева может давать ежегодно более 10 тыс. ц рыбы. По породному составу — не менее 8 тыс. ц корюшки, 900 ц миноги, 200 ц лосося, 200 ц ряпушки, 100 ц сига и до 1 тыс. ц прочих рыб (Правдин, 1939). Общие уловы в то время выражались приблизительно цифрой в 9—10 тыс. ц, а уловы корюшки 8 тыс. ц и более.

Начиная с 1938 г. общие уловы на р. Неве стали систематически снижаться (табл. 6). В послевоенные годы (с 1946 г.) в первое время замечается некоторое возрастание уловов, вследствие резкого увеличения орудий лова и рыбаков за счет второстепенных заготовителей. До войны на Неве промыслом занимались 3 рыболовецких колхоза и 5 второстепенных заготовителей. К 1950 г. участвовали 2 колхоза и уже около 100 второстепенных заготовителей. При этом сильно возросла и производственная база по сравнению с довоенными годами.

Несмотря на рост заготовителей, производственной базы и интенсификации промысла, общие уловы рыбы за последние 20 лет, близкие к прежним, отмечаются только в отдельные годы, когда наблюдается значительный подход корюшки. В целом же они постепенно снижаются и особенно за последние несколько лет, когда загрязнение р. Невы и Невской губы с каждым годом стало возрастать.

За восемь последних лет общие уловы на р. Неве были в среднем около 3 тыс. ц, а за прошедшую пятилетку только 2.7 тыс. ц, т. е. составляли $^1/_3$ часть прежних невских уловов, а в отдельные годы даже $^1/_4$ часть (табл. 6).

В то же время в этот период в Неве и Невской губе, как показывают изложенные выше исследования ГосНИОРХ, сильно возросло общее и нефтяное загрязнение. Исследования, проводимые в 1965 г. ЛИСИ и ГосНИОРХ, не только подтверждают это, но и указывают на дальнейшее усиление загрязнения.

Все это, безусловно, оказывает сильное отрицательное влияние на рыбное хозяйство. В частности, особенно сильное отрицательное влияние оказывает загрязнение Невы на воспроизводство запасов корюшки. Средние годовые уловы ее за последние годы снизились не менее чем на 5 тыс. ц.

Вследствие сильного нефтяного загрязнения дна р. Невы создались неблагоприятные условия для развития и обитания личинок миноги. Уловы последней не достигают прежних уловов на 200—300 ц. На 400—500 ц снизились уловы и других рыб, среди которых и такой ценной рыбы, как ряпушка.

Таким образом, загрязнение р. Невы оказывает сильное отрицательное влияние на ее рыб и рыбные запасы. Кроме того, выловленная в реке и в Невской губе рыба часто имеет неприятный нефтяной запах и вкус и является непригодной в пищу (рис. 3).

Невская губа является не только местом обитания и нагула ряда отмеченных выше рыб, но в ней имеются также хорошие нерестилища судака, леща, щуки, плотвы и других частиковых рыб и нерестилища

ТАБЛИЦА 6

Динамика уловов рыбы на р. Неве (в ц) с 1934 по 1964 гг.
(по данным Севзапрыбвода)

| Породы рыб | 1934 | 1935 | 1936 | 1937 | 1938 | 1939 | 1940 | 1944 | 1945 | 1946 | 1947 | 1948 | 1949 | 1950 | 1951 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Минога . . . . . | 536 | 530 | 538 | 377 | 383 | 73 | 29 | 133 | 24 | 73 | 123 | 82 | 69 | 128 | 83 |
| Корюшка . . . . . | 5610 | 4771 | 8594 | 7401 | 2657 | 3480 | 1435 | 2409 | 2842 | 4269 | 4550 | 5053 | 5560 | 5534 | 4544 |
| Ряпушка, рипус . . . . | 238 | 565 | 200 | — | — | — | — | 50 | 171 | 159 | 57 | 104 | 67 | 605 | — |
| Прочая . . . . . | 599 | 291 | 172 | 156 | 114 | 285 | 155 | 18 | 58 | 158 | 398 | 343 | 896 | 291 | 131 |
| Итого . . . . . | 6983 | 6157 | 9504 | 7934 | 3155 | 3838 | 1619 | 2610 | 3095 | 4659 | 5128 | 5582 | 6591 | 6568 | 4758 |

| Породы рыб | 1952 | 1953 | 1954 | 1955 | 1956 | 1957 | 1958 | 1959 | 1960 | 1961 | 1962 | 1963 | 1964 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Минога . . . . . | 146 | 179 | 216 | 133 | 138 | 133 | 278 | 372 | 172 | 359 | 268 | 100 | 136 | | |
| Корюшка . . . . . | 2025 | 1152 | 6120 | 9038 | 5996 | 1727 | 2162 | 5163 | 3895 | 3361 | 2369 | 870 | 1606 | | |
| Ряпушка . . . . . | 5 | 3 | 579 | 189 | 53 | 302 | 857 | 211 | 40 | 22 | 63 | 45 | 14 | | |
| Прочая . . . . . | 53 | 12 | 7 | 6 | 10 | 10 | 10 | 8 | 140 | 21 | — | — | — | | |
| Итого . . . . . | 2231 | 1346 | 6922 | 9366 | 6197 | 2172 | 3307 | 5754 | 4247 | 3763 | 2700 | 1015 | 1756 | | |

корюшки. По данным А. В. Гриба (1949), южная прибрежная часть Невской губы является местом нереста и обитания личинок и мальков 16 видов рыб.

Все эти участки в настоящее время находятся под сильным воздействием загрязнений, поступающих в губу из р. Невы. Кроме того, в последние годы трест по очистке города стал вывозить в губу в больших количествах различные отбросы и нечистоты от очистки внутригородских водоемов.

В итоге в Невской губе, так же как и в Неве, создались неблагоприятные условия для обитания и размножения рыб: выбыли из строя нере-

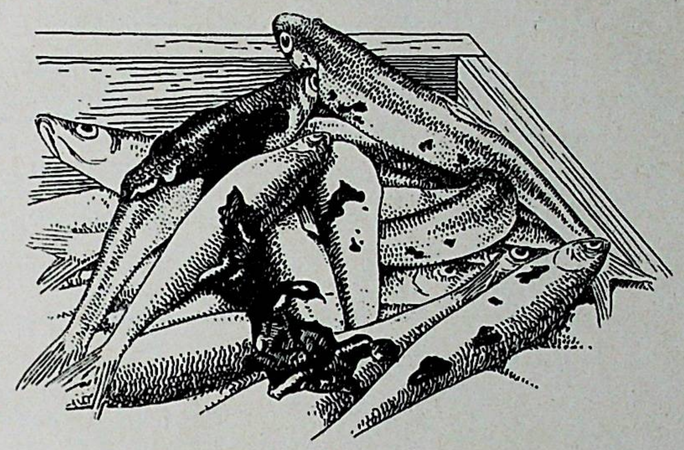


Рис. 3. Корюшка, загрязненная мазутом. Река Нева, 1961 г., тоня «Бетонка».

стилища, сократились нагульные площади молоди частиковых, и запасы рыб стали падать.

По данным Севзапрыбвода, в довоенное время в Невской губе вылавливалось около 32 тыс. ц рыбы. П. Н. Морозова (1956) считает, что запасы крупного частика в Невской губе позволяют увеличить вылов этих рыб в несколько раз. Однако в последние годы вылов не превышает 14—15 тыс. ц, т. е. по сравнению с довоенными годами недолавливается около 17 тыс. ц рыбы. Уловы крупного частика сократились примерно на 2.5 тыс. ц, корюшки на 6.5 тыс. ц, сига на 300 ц, мелкого частика на 6.5 тыс. ц и прочих рыб на 3—4 тыс. ц. Таким образом, и здесь рыбное хозяйство несет большие материальные потери.

Все изложенное показывает, что дальнейшее загрязнение р. Невы и Невской губы может полностью подорвать ее рыбные запасы, если не будут приняты срочные меры по устранению и предотвращению загрязнения этих водоемов.

## ЛИТЕРАТУРА


Алфераки С. Н. 1915. Ужение лососей в Неве на пульку. Вестн. рыбопром., 10. Пгр. : 563—582.

Баранов Ф. И. 1912. Закон для ловли ряпушки на Средней Невке. Материалы к познанию русского рыболовства, I, 2. СПб. : 1—79.

Берг Л. С. 1929. Новые данные по биологии миноги. Природа, 10 : 902—904.

Берг Л. С. 1932. Рыбы пресных вод СССР. Часть I и II. Изд. ВНИОРХ, Л. : 1—543; 547—899.

Берг Л. С. 1935. Экологические параллели между миногами и лососевыми. ДАН СССР, III, 2 (62) : 91—94.

Берг Л. С. 1940. Рыбы Финского залива. Изв. ВНИОРХ, XXIII, 2, М.—Л. : 3—46.

Голенищев Н. Н. 1951. О невской ряпушке. Учен. зап. ЛГУ : 169—189.

Гриб А. В. 1949. Молодь рыб Невской губы. Учен. зап. ЛГУ, 21 : 1—198.
Гриб А. В. и М. Ф. Вернидуб. 1935. К систематике и биологии леща. Тр. Петергофск. биол. инст., 13—14 : 105—123.
Данилевский Н. Я. 1875. Исследование о состоянии рыболовства в России, IX. СПб. : 88—115.
Дрягин П. А. 1941. Об акклиматизации переславской ряпушки. Изв. ВНИОРХ, XXIV, М.—Л. : 273—284.
Дрягин П. А. 1950. Современное состояние рыбных запасов Северо-Западной части СССР. Вестн. Ленингр. унив., 8. : 18—30.
Жуковский Н. Д. 1939. Искусственное разведение невской корюшки. Изв. ВНИОРХ, XXII, М.—Л. : 50—70.
Жуковский Н. Д. 1939. Искусственное разведение невского лосося. Изв. ВНИОРХ, XXI, М.—Л. : 175—193.
Зотов А. И. 1899. О рыболовстве на реке Неве. Вестн. рыбпром., 6 и 7, СПб. : 260—264.
Иванова-Берг М. М. 1929. Невская минога и ее промысел. Изв. отд. прикладн. ихтиол., IX, 3, Изд. отд. приклад. ихт. ГИОА, Л. : 282—292.
Иванова-Берг М. М. 1932. Дальнейшие наблюдения над промыслом и биологией невской миноги. Изв. ВНИОРХ. XIV, Л. : 5—37.
Иванова-Берг М. М. 1936. Наблюдения над весенним ходом и нерестом невской миноги. Изв. АН СССР, 2—3, М. : 5—35.
Кесслер К. Ф. 1864. Описание рыб в водах С.-Петербургской губернии. СПб. : 1—240.
Кожевников Г. П. 1949а. Сроки и характер нерестовой миграции невской корюшки. Изв. ВНИОРХ, 29, Л. : 165—172.
Кожевников Г. П. 1949б. Биология и экология невской корюшки. Автореферат. Л. : 1—7.
Кожевников Г. П. 1955. Экологические особенности невской корюшки. Вопр. ихтиологии, 3, М. : 126—128.
Кожевников Г. П. 1956а. Прогнозы нерестового хода и уловов невской корюшки. Научно-техн. бюлл. ВНИОРХ, 1—2. Л. : 61—64.
Кожевников Г. П. 1956б. О ряпушке-мошкарке реки Невы. Научно-техн. бюлл. ВНИОРХ, 3—4. Л. : 82—86.
Лузанская Д. И. 1940. Рыболовство на р. Неве. Изв. ВНИОРХ, XXIII, 2, М.—Л. : 77—97.
Материалы отчетов Севзапрыбвода, 1934—1964 гг.
Михин В. С. 1925. Рыболовство на южном побережье Финского залива. Изв. отд. приклад. ихтиол., III, 1 : 35—46.
Михин В. С. и О. П. Антипова. 1932. Очерк рыбного хозяйства на Финском заливе. Изв. Инст. озерн. и речн. рыбн. хоз., XV, Л. : 3—91.
Морозова П. Н. 1956. Полнее использовать запасы крупночастиковых рыб в Финском заливе. Информ. техн. листок ВНИОРХ, I, Л.
Осокина Л. И. 1935. Добывающий промысел в Ленинградской области в 1934 г. За рыбную индустрию Севера, 6, орган Мурманрыбы и ПИНРО, Л. : 32—35.
Персов Н. Н. 1936. Рационализация мережного лова на р. Неве. За рыбную индустрию Севера, 4, орган Мурманрыбы и ПИНРО, Л. : 17—19.
Петров В. В. 1925. К систематике русских корюшек. Изв. Лен. ихтиол. инст., III, I. Л. : 87—108.
Покровский В. В. 1953. Ряпушка озер Карело-Финской ССР. Петрозаводск : 1—107.
Правдин И. Ф. 1931. Сиги озерной области СССР. Изв. Лен. ихтиол. инст., XII, I : 166—235.
Правдин И. Ф. 1939. Промысловые рыбы реки Невы. Изв. ВНИОРХ, XXII, Л.—М. : 38—49.
Световидова А. А. 1941. Материалы по биологии Невского лосося. Зоол. журн., 20, 3 : 470—481.
Титенков И. С. 1941. Больше корюшки Ленинграду. М.—Л. : 1—25.
Тихий М. И. 1933. Рыболовство в районе г. Ленинграда и защита города от наводнения. В сб.: Защита Ленинграда от наводнений, Л.
Тюрин П. В. 1939. Техника лова корюшки на реке Неве. Изв. ВНИОРХ, XXII, М.—Л. : 70—93.
Шидловский А. Л. 1950. Регулирование промысла в районе деятельности Севзапгосрыбвода. Вестн. Ленингр. унив., 8 : 31—41.
Шуколюков А. М. 1931. Возраст и темп роста невской корюшки. Изв. Ленингр. ихтиол. инст., XII, I : 247—258.
Янковская Л. А. 1955. Рыбы р. Невы, их биология и промысловое значение. Автореф. канд. дисс. Л.

# РЕФЕРАТЫ

*УДК 614.777 (282.247.21) «1956/1958»*

**Санитарное состояние реки Невы и Невской губы в 1956—1958 гг. Гусев А. Г., Мосевич М. В., Подоба З. П., Лесников Л. А.** В сб.: Загрязнение и самоочищение реки Невы. (Тр. Зоолог. инст. АН СССР, т. XLY). 1968. Изд-во «Наука», Ленингр. отд., Л. 27—79.

Излагаются результаты гидрохимических, микробиологических и гидробиологических исследований, проведенных на р. Неве и Невской губе сотрудниками лаборатории ГОСНИОРХ по изучению загрязнения водоемов. Приводятся данные о количестве и качестве сбрасываемых в р. Неву сточных вод, о влиянии их на гидрохимический режим реки и губы, на их планктон, бентос, условия обитания водных организмов, на грунты. На основании этих исследований авторы делят р. Неву на верхний, сравнительно чистый участок, от ее истока из Ладожского озера до местоположения завода «Большевик», и на нижний, загрязненный участок, расположенный ниже этого завода до устья, т. е. в пределах г. Ленинграда. В статье отмечается постепенное усиление загрязнения реки к ее устью и возрастание его с каждым годом. Основным является нефтяное загрязнение, особенно дна. Сильное нефтяное загрязнение имеется и в Невской губе. Отмечается отрицательное влияние загрязнений на рыбное хозяйство реки и губы, и рекомендуются мероприятия по его устранению. Илл. — 14, табл. — 24, библ. — 26 назв.

*УДК 614.30-074 (282.247.21) «1962/1964»*

**О результатах исследования химизма воды Невы и ее притоков в 1962—1964 гг. Озерецковская Н. Г. и Смирнова Н. Ф.** В сб.: Загрязнение и самоочищение реки Невы. (Тр. Зоолог. инст. АН СССР, т. XLY). 1968. Изд-во «Наука», Ленингр. отд., Л. 80—116.

Статья характеризует химизм р. Невы и ее притоков, рассматриваемый в санитарно-гидробиологическом и сезонном аспектах и в соответствии с гидрологическими ее особенностями. Отмечена стабильность большинства химических ингредиентов на протяжении всей реки до Ленинграда, лишь в устье притоков наблюдаются значительные изменения как ионного состава и минерализации, так и органических и биогенных веществ.

Основные загрязнения несут в Неву ее нижние притоки: Ижора, Мурзинка и особенно Славянка и Б. Охта. Впадая в Неву, они создают наиболее явно выраженные очаги загрязнения Невы. Верхние притоки менее загрязнены. Загрязняющее влияние на Неву нижних притоков выражается в увеличении содержания фосфора и азота, хлоридов и органических веществ и в уменьшении содержания растворенного кислорода. Из-за незначительности расходов воды притоков сравнительно с водностью самой Невы их загрязняющее влияние сказывается только в месте впадения в Неву, преимущественно в левобережной ее части, которая поэтому загрязнена неизмеримо больше, чем средний створ и правобережье. Средний створ Невы в ее верхнем и среднем течении (до Ленинграда) является относительно чистым, в нижнем же течении и в этом створе под влиянием загрязнений наблюдается некоторое повышение минерализации, содержания органических веществ, микроэлементов (свинца, олова, ванадия и др.), биогенных элементов и понижение прозрачности.

В статье отмечено значительное возрастание за последние 10 лет загрязненности нижних притоков Невы, особенно Славянки, в самой Неве за это время повысилась главным образом концентрация органических веществ. Илл. — 14, табл. — 38, библ. — 9 назв.

*УДК 614.30-078 (282.247.21)*

**Численность бактериопланктона в реке Неве и ее притоках. Родина А. Г. и Кузьмицкая Н. К.** В сб.: Загрязнение и самоочищение реки Невы. (Тр. Зоолог. инст. АН СССР, т. XLV). 1968. Изд-во «Наука», Ленингр. отд., Л. 117—144.

Река Нева является источником водоснабжения Ленинграда, и поэтому состояние ее воды имеет огромное значение для здоровья более чем трехмиллионного населения города. Вопросам загрязнения воды р. Невы, изменению ее состояния в связи с ростом города, все возрастающим заселением берегов как Невы, так и ее притоков до сих пор уделялось недостаточно внимания. Данная работа является микробиологической частью комплексных исследований р. Невы, проведенных лабораторией пресноводной и экспериментальной гидро-

биологии Зоологического института АН СССР в 1962—1963 гг.

Река Нева исследовалась на всем ее протяжении, в притоках бралась вода в их устьях для выяснения состояния поступающих в Неву вод.

В качестве показателей при изучении воды и грунтов р. Невы и ее притоков были взяты: 1) общая численность бактериопланктона, определяемая методом прямого счета на мембранных фильтрах; 2) состав бактериальных ценозов водной толщи; 3) количество гетеротрофных микроорганизмов, вырастающих на мясопептонном агаре при температуре 22—23°; 4) количество бактерий группы кишечной палочки.

Состав бактериальных ценозов водной толщи устанавливался по морфологическим признакам микроорганизмов путем микроскопии фильтров, через которые фильтровалась вода, и зарисовок с рисовальным аппаратом бактерий.

В результате проведенных работ было установлено: 1) в р. Неву из Ладожского озера поступает вода, чистая в бактериологическом отношении; 2) загрязнение р. Невы начинается в ее верховьях вследствие спуска неочищенных сточных вод г. Петрокрепости, расположенного в самом ее истоке, загрязняющего действия Ново-Ладожского канала; 3) по своему течению р. Нева принимает в себя воды загрязненных в той или иной степени притоков. Сильно загрязнены рр. Ижора, Тосна, Охта и особенно р. Славянка; 4) загрязнение р. Невы возрастает по ее течению, достигая максимума в черте г. Ленинграда и в устье; 5) состав бактериальных ценозов в воде р. Невы меняется от истока к устью — бедные видами в истоке бактериальные ценозы становятся разнообразными в нижнем течении с большим количеством спороносных и неспороносных форм, вибрионов, спирилл и с небольшим количеством серобактерий; 6) для р. Невы характерной ее особенностью являются очень низкие числа гетеротрофных бактерий, не отвечающие другим бактериологическим показателям. Илл. — 20, табл. — 14, библ. — 41 назв.

*УДК 614.777 : 576.855*

**К биологии нитчатых бактерий зооглейных обрастаний. Жарова Т. В.** В сб.: Загрязнение и самоочищение реки Невы. (Тр. Зоолог. инст. АН СССР, т. XLV). 1968. Изд-во «Наука», Ленингр. отд., Л. 145—167.

Зооглейные скопления нитчатых бактерий, известных под названием *Sphaerotilus natans*, часто вызывают помехи в работе водопроводных станций, очистительных установок многих промышленных предприятий, а также в работе электростанций, закупоривая трубки конденсаторов.

В то же время недостаточная изученность биологии этих бактерий не позволяет найти эффективные меры борьбы с этими бактериями.

Данная работа посвящена изучению биологии и систематического положения нитчатых бактерий, встречающихся в зооглейных скоплениях. Изучение выделенных культур нитчатых бактерий показало, что они обладают рядом признаков, которые, с одной стороны, сближают их с родом *Sphaerotilus*, но, с другой стороны, наличие процесса спорообразования предполагает их принадлежность к роду *Bacillus*. Эксперименты, проведенные с чистыми культурами выделенных бактерий, показали, что в определенных условиях среды они могут образовывать нитчатые формы, ничем не отличающиеся от таковых *Sph. natans*. Развитие изученных бактерий может задерживаться на стадии нитей длительное время в определенных условиях, нарушение которых приводит к переходу культуры в другую форму (отдельные клетки и споры).

Изученные культуры обнаружили большую вариабильность в лабораторных условиях. Наличие аспорогенных вариантов, а также вариантов с очень подвижными клетками несомненно приближает выделенные штаммы нитчатых бактерий к роду *Sphaerotilus*.

Полученные данные показали, что необходимо дальнейшее сравнительное изучение представителей родов *Bacillus* и *Sphaerotilus* с целью расширения и уточнения имеющихся данных по систематике и биологии нитчатых бактерий, в частности *Sph. natans*. Илл. — 8, табл. — 2, библ. — 51 назв.

*УДК 581.526.325 (282.247.21)*

**Фитопланктон и обрастания реки Невы и ее притоков. Раскина Е. Е.** В сб.: Загрязнение и самоочищение реки Невы. (Тр. Зоолог. инст. АН СССР, т. XLV). 1968. Изд-во «Наука», Ленингр. отд., Л. 168—192.

В работе использованы материалы, собранные автором в р. Неве и ее притоках: по фитопланктону в 1957—1964 гг., по обрастаниям — в 1962—1964 гг. Всего определено 240 водорослей (в классе *Pennatae* и типе *Pyrrophyta* — не все формы). Наиболее богатыми качественно являются синезеленые, диатомовые, протококковые и десмидиевые. Наиболее массовыми — *Melosira islandica*, *Asterionella formosa*, *Tabellaria fenestrata*, *Dinobryon divergens*, *Tribonema depauperatum*, *Pseudosphaerocystis planctonica*. Значительная скорость течения определяет равномерность распределения водорослей как по всей длине Невы, так и от поверхности до дна. Фитопланктон притоков качественно беднее невского. Особенно беден он в самых грязных притоках — Ижоре, Славянке и Охте. В р. Славянке состав планктона на разных ее участках очень различен в зависимости от степени загрязнения. Фитопланктон Невы не может служить показателем санитарного ее состояния, так как в результате большой скорости течения и многоводности он проносится почти неизменным от истока до устья, тогда как фитопланктон притоков очень показателен в этом отношении. Пышное развитие бактериальных и грибных обрастаний в Славянке свидетельствует об очень большом ее загрязнении. Большое их количество улавливается также водопроводами левого берега Невы.

Многолетние изменения фитопланктона Невы и особенно ее притоков связаны с ухудшением их санитарного состояния. Изменений среди массовых форм не наблюдается. На работу Ленинградского водопровода большое влияние оказывают биологические помехи, вызываемые развитием водных растений — весной и осенью диатомовых *Melosira* и *Asterionella* и зимой грибка α-мезосапроба *Leptomitus lacteus*. Табл. — 7, библ. — 15 назв.

*УДК 595.18 : 614.777 (282.247.21)*

**Возможности использования коловраток в биологической оценке воды реки Невы. Кутикова Л. А.** В сб.: Загрязнение и самоочищение реки Невы. (Тр. Зоолог. инст. АН СССР, т. XLV). 1968. Изд-во «Наука», Ленингр. отд., Л. 193—201.

Река Нева, соединяя мощной струей Ладожское озеро с Финским заливом, не успевает на коротком пути сильно изменить свою фауну коловраток озерного типа. В ее основной комплекс входят планктонные коловратки родов *Notholca*, *Polyarthra*, *Synchaeta* и некоторых других. Большинство остальных форм, принадлежащих в основном к родам *Euchlanis*, *Lecane*, *Trichocerca*, вымывается из прибрежных зарослевых участков реки, обогащая планктон речного русла не типичными для него формами. Наконец, лишь несколько коловраток вносится притоками и иногда служит качественными показателями их вод (*Epiphanes senta* и др.).

В итоге исследования 114 проб планктона на всем 74-километровом протяжении р. Невы отмечено 96 форм коловраток, из которых 49 встретилось только в Неве, 46 только в притоках и 35 оказалось общими для всего бассейна.

Влияние притоков на фауну коловраток Невы невелико, и если отмечается, то вблизи устьев. Некоторые организмы, составляющие фауну притоков, относятся к α- и β-мезосапробам. Невский ротаторный планктон формируется из олигосапробов и β-мезосапробов, характерных для олиготрофных северных озер. Существенных изменений в видовом составе фауны коловраток Невы за прошедшие шесть десятилетий не наблюдается.

Невские коловратки благодаря многоводности, быстроте течения и малой протяженности реки слабо отражают происшедшие изменения в сторону ухудшения ее санитарного состояния и поэтому в данном случае не могут рассматриваться как индикаторы качественного состава невской воды. Илл. — 6, библ. — 13 назв.

*УДК 595.5 (282.247.21)*

**Планктонные Crustacea реки Невы и ее притоков. Иванова М. Б.** В сб.: Загрязнение и самоочищение реки Невы. (Тр. Зоолог. инст. АН СССР, т. XLV). 1968. Изд-во «Наука», Ленингр. отд., Л. 202—210.

В зоопланктоне р. Невы преобладают формы, характерные для Ладожского озера. В реке на них сильное действие оказывают течение, увеличение количества взвесей, повышение температуры воды. Неблагоприятно влияют на рачков сильно загрязненные притоки Невы: Ижора, Славянка, Охта, однако их действие сказывается только непосредственно на месте их впадения, так как происходит сильное разбавление невской водой. В результате совместного действия всех факторов до устья Невы доходит лишь около 0.1 всего поступившего планктона. Состав ракообразных в притоках Невы очень разнообразен и зависит от степени загрязнения притоков бытовыми и промышленными сточными водами. Илл. — 4, табл. — 3, библ. — 13 назв.

*УДК 614.777 : 581.526.323 (282.247.21)*

**Донная фауна реки Невы. Алимов А. Ф.** В сб.: Загрязнение и самоочищение реки Невы. (Тр. Зоолог. инст. АН СССР, т. XLV). 1968. Изд-во «Наука», Ленингр. отд., Л. 211—232.

Исследования донной фауны р. Невы и некоторых ее притоков проводились в 1962—1964 гг. Особенности распределения биоценозов по течению реки обусловлены различиями в скоростях течения на разных участках, степенью заиленности и загрязненности грунтов ложа реки. Загрязнение грунтов влечет за собой замену биоценозов олигосапробной зоны на биоценозы β- и α-мезосапробной зон. Влияние загрязнения реки сточными водами ощутимо сказывается на составе бентоса в рипали и почти не проявляется в медиали реки. Загрязнение прибрежной полосы по правому берегу начинает сказываться лишь от черты г. Ленинграда и нарастает к устью, в ле-

вобережной части — от устья р. Тосны и тоже нарастает вниз по течению. Особенности распределения биоценозов бентоса устьевых частей притоков р. Невы свидетельствуют о том, что наиболее загрязненными являются рр. Ижора, Славянка, Охта. Поступление загрязненных вод притоков способствует нарастанию запленности и загрязненности грунтов р. Невы, Илл. — 4 табл. — 7, библ. — 14 назв.

*УДК 614.777 : 595.142.3 (282.247.21)*

**Малощетинковые черви бассейна реки Невы. Финогенова Н. П.** В сб.: Загрязнение и самоочищение реки Невы. (Тр. Зоолог. инст. АН СССР, т. XLV). 1968. Изд-во «Наука», Ленингр. отд., Л. 233—246.

В результате обследования Невы и ее притоков нами констатировано для бассейна Невы 46 видов малощетинковых червей, относящихся к семействам *Naididae*, *Tubificidae*, *Enchytraeidae*, *Lumbriculidae*.

Рассматривается фауна олигохет самой Невы и ее основных притоков. Впадающие в Неву в верхнем течении Мойка, Мга и Черная являются чистыми реками и населены разнообразной фауной тубифицид, наидид и люмбрикулид. Остальные притоки (Тосна, Ижора, Славянка, Охта) в среднем и нижнем течении сильно загрязнены. На грязных илах обитает пелофильный комплекс, который состоит из *Tubifex tubifex*, *Limnodrilus udekemianus*, *L. hoffmeisteri*, *Peloscolex ferox*, *Enchytraeus albidus*. На примере Славянки показано изменение видового состава олигохет по мере загрязнения ее сточными водами. Обращается внимание на малую пригодность олигохет в качестве индикаторов сапробности водоемов из-за отсутствия приуроченности олигохет к одному какому-либо типу биотопа.

Отмечается, что в загрязненных участках рипали Невы происходит выпадение многих видов, что особенно заметно в местах спуска сточных вод. В медиали Невы отложения грязного ила в силу больших скоростей течения не происходит и сохраняется богатая фауна, насчитывающая свыше 30 видов.

При сравнении фауны олигохет Невы и Ладожского озера как взаимосвязанных бассейнов обнаружено почти полное совпадение видового состава олигохет. Табл. — 6, библ. — 21 назв.

*УДК 614.777 : 595.771 : 591.341 (282.247.21)*

**Личинки хирономид (тендипедид) реки Невы. Панкратова В. Я.** В сб.: Загрязнение и самоочищение реки Невы. (Тр. Зоолог. инст. АН СССР, т. XLV). 1968. Изд-во «Наука», Ленингр. отд., Л. 247—257.

Материалом для данной работы послужили сборы личинок хирономид в р. Неве и ее притоках в 1962—1964 гг. Всего исследовано 87 проб, определено 63 формы. Преобладают личинки ортокладиннодиамезинного комплекса. Сама р. Нева по фауне личинок хирономид сходна с порожистыми реками Севера СССР. Ведущими являются виды рода *Eukiefferiella*. На камнях и песке при глубине 3—11 м на середине реки и у ее берегов в изобилии живут *Eu. tshernovskij*. В обрастаниях камней массового развития достигают *Cricotopus silvestris*. Дается описание 2 новых видов ортокладиин.

Личинки хирономид достигают численного превосходства в верхней половине р. Невы от Петрокрепости примерно до впадения р. Тосны. В нижней половине р. Невы (до черты г. Ленинграда) развитие личинок хирономид значительно беднее. В р. Неве у правого берега, ниже впадения р. Охты и в устье р. Невы были лишь единичные находки личинок *Cricotopus*.

В загрязненных притоках р. Невы личинки хирономид не достигали большого развития. Так, в р. Славянке только у ее истоков камни были богато заселены ортокладиинами. Ниже лишь единично встречались *Chironomus*, *Anatopynia* и *Procladius*. Илл. — 3, библ. — 12 назв.

*УДК 597.0/5 : 639.21 : 614.777 (282.247.21)*

**Рыбы и рыбный промысел реки Невы и влияние на них загрязнений. Гусев А. Г.** В сб.: Загрязнение и самоочищение реки Невы. (Тр. Зоолог. инст. АН СССР, т. XLV). 1968. Изд-во «Наука», Ленингр. отд., Л. 258—270.

В статье кратко характеризуется состояние изученности р. Невы в промысловом отношении, дается описание основных промысловых рыб Невы и Невской губы. Приводятся данные по уловам рыб за последние 20 лет и состояние рыбного промысла и условий обитания рыб в этих водоемах в прошлом и в настоящем. Излагаются материалы о степени и характере воздействия на рыб и промысел загрязнений сточных вод, сбрасываемых в р. Неву и Невскую губу. Илл. — 3, табл. 6, библ. — 42 назв.

4629

СОДЕРЖАНИЕ


| | Стр. |
|---|---|
| Е. Ф. Гурьянова. Владимир Иванович Жадин | 3 |
| От редакции. Нева — источник водоснабжения (вместо предисловия) | 24 |
| А. Г. Гусев, М. В. Мосевич, З. П. Подоба, Л. А. Лесников. Санитарное состояние реки Невы и Невской губы в 1956—1958 гг. | 27 |
| Н. Г. Озерецковская и Н. Ф. Смирнова. О результатах исследования химизма воды Невы и ее притоков в 1962—1964 гг. | 80 |
| А. Г. Родина и Н. К. Кузьмицкая. Численность бактериопланктона в реке Неве и ее притоках | 117 |
| Т. В. Жарова. К биологии питчатых бактерий зооглейных обрастаний | 145 |
| Е. Е. Раскина. Фитопланктон и обрастания реки Невы и ее притоков | 168 |
| Л. А. Кутикова. Возможности использования коловраток в биологической оценке воды реки Невы | 193 |
| М. Б. Иванова. Планктонные *Crustacea* реки Невы и ее притоков | 202 |
| А. Ф. Алимов. Донная фауна реки Невы | 211 |
| Н. П. Финогенова. Малощетинковые черви бассейна реки Невы | 233 |
| В. Я. Панкратова. Личинки хирономид (тендипедид) реки Невы | 247 |
| А. Г. Гусев. Рыбы и рыбный промысел реки Невы и влияние на них загрязнений | 258 |
| Рефераты | 271 |

CONTENTS


Page

E. Th. Gurjanova. Vladimir Ivanovitsh Shadin . . . . . 3

From redaction. Neva — resource of water-supply. . . . . 24

A. G. Gusev, M. V. Mosevitsh, Z. P. Podoba, L. A. Lesnikov. Sanitery condition of the river Neva and Neva gulf in 1956—1958 . . . . . 27

N. G. Ozeretskovskaja, N. Th. Smirnova. Some results of hydrochemical research of the Neva and its tributaries in 1952—1954 . . . . . 80

A. G. Rodina and N. K. Kuzmitskaja. Number of bacterioplankton in the river Neva and its tributaries . . . . . 117

T. V. Zharova. On the biology of filamentous bacteriae in slimes . . . . . 145

E. E. Raskina. Phytoplankton and overgrowing of the river Neva and its tributaries . . . . . 168

L. A. Kutikova. The use of Rotatoria in biological estimation of Neva water 193

M. B. Ivanova. Plankton *Crustacea* of the Neva river and its tributaries 202

A. Th. Alimov. Benthos of the Neva river . . . . . 211

N. P. Finogenova. Oligochaeta of the Neva drainagebasin . . . . . 233

V. Ja. Pankratova. The larvae of Chyronomidae (Tendipedidae) of the Neva river . . . . . 247

A. G. Gusev. The fishes and fishery of the Neva river and influence of water pollution . . . . . 258

Abstracts . . . . . 271