

ВСЕСОЮЗНАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ САНИТАРНАЯ ИНСПЕКЦИЯ
ПРИ НАРКОМЗДРАВЕ СССР

ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

HYDROCHEMISCHE MATERIALIEN

ИЗДАЮТСЯ НОВОЧЕРКАССКИМ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИМ
ГИДРОХИМИЧЕСКИМ ИНСТИТУТОМ ВГСИ

ТОМ XI

1939 г.

1391898

РОСТОВСКОЕ ОБЛАСТНОЕ КНИГОИЗДАТЕЛЬСТВО
РОСТОВ НА ДОНУ — 1939

Б. А. СКОПИНЦЕВ.

ГИДРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КАНАЛОВ И РЕК МАРИИНСКОЙ СИСТЕМЫ.

Гидрохимическое исследование каналов и рек указанной системы имело своей целью выяснить влияние судоходства в целом на состав воды в смысле возможного ее загрязнения в санитарном отношении.

Для этой цели было произведено в июле—августе 1932 г. сплошное экспедиционное обследование как каналов системы, так и рек, входящих в нее. Выемки проб производились с борта пароходов, обслуживающих Мариинскую систему, при чем в большинстве случаев это было выполнено при подходе к пристаням или на стоянке у пристаней и только в Ново Мариинском канале во время хода парохода. Конечно, были приняты меры к тому, чтобы извлекаемая проба воды не загрязнялась отходящими водами самого парохода, для чего выемки производились в носовой части и по тому борту, где стоков не было.

На месте определялись метеорологические факторы—температура воздуха и воды, облачность, ветер, осадки, далее—глубина реки в месте выемки, прозрачность по Секки, цветность по Форелю-Уле, активная реакция (рН) колориметрически с буферными растворами Серенсена и индикаторами Кларка и Лебса, щелочность, растворенный кислород по Винклеру, потребление кислорода, электропроводность. На месте же фиксировались пробы для определения нитритов, нитратов, фосфорной кислоты, хлора, аммиака солевого и альбуминоидного, окисляемости и железа, при чем для первых 4 ингредиентов применялся хлороформ и для остальных—серная кислота. Эти определения были произведены в Москве сотрудником гидрохимической лаборатории Ю. С. Овчинниковой.

Пробы для анализа были всюду поверхностные, т. е. брались с глубины в 20 см.

На всех станциях производились также выемки грунта и описание его морфологического строения; пробы грунта, взятые на р. Шексне и в Белоозерском канале, были подвергнуты, кроме того, химическому исследованию (анализ водной вытяжки). Эти работы по грунтам имели целью выяснить влияние специфических гидрологических условий, имеющих место в каналах на донные отложения.

Параллельно с гидрохимическим обследованием д-ром

М. А. Суражневской проводилось бактериологическое обследование и доктором В. Н. Кононовым — гидробиологическое.

1. Описание Мариинской системы.

Изложению полученных результатов и выводов из них предпослано краткое описание водных путей Мариинской системы¹. Этим путем соединяются р. Волга — в г. Рыбинске с р. Невой — в г. Ленинграде, через посредство 3 озер: Ладожское, Онежское и Белое и ряда рек: Нева, Свирь, Вытегра, Ковжа и Шексна. На водоразделе между рр. Вытегрой и Ковжей находится перевальный участок, длиною в 9 км — Ново-Мариинский канал. Последний питается непосредственно водой верхней части р. Ковжи, вытекающей из Ковжского озера. На юг от Ново-Мариинского канала течет река Ковжа, судоходный плес ее от указанного канала до впадения в Белое озеро составляет 66 км, причем на этом расстоянии имеются 2 шлюза. Далее путь Мариинской системы идет по Белоозерскому каналу (76 км), который построен для того, чтобы суда могли обходить Белое озеро, так как плавание по нему для мелких судов, ввиду сильных волнений, представляет большие трудности. Указанный канал соединяет р. Ковжу с р. Шексной, где имеется плотина, регулирующая уровень и расход воды из озера в р. Шексну. Верхняя мелкая часть ее (228 км) шлюзована, а затем на протяжении 188 км идет свободное русло вплоть до впадения реки в Волгу. Таким образом, р. Шексна является началом Мариинской системы.

Остановимся вкратце также и на „Северном“ участке Мариинской системы, т.е. на части ее, идущей от Ново-Мариинского канала до Ленинграда. Как было сказано выше, Ново-Мариинский канал, лежащий на рубеже между Балтийским и Каспийским бассейнами, является водораздельным каналом, соединяющим 2 реки: р. Ковжу и р. Вытегру. Р. Вытегра вытекает из небольшого озера Лудожского и на расстоянии в 20 км от истока соединяется с устьем Ново-Мариинского канала; остальной своей частью в 57 км р. Вытегра включается, как звено, в Мариинскую систему и впадает в Онежское озеро. На р. Вытегре, на расстоянии 10 км от устья и до Ново-Мариинского канала, имеется 28 шлюзов, и падение шлюзованной части реки составляет 86 м; впадает эта река в Онежское озеро. Дальнейший путь Мариинской системы идет не по озеру, а по Онежскому каналу; последний был построен по тем же причинам, что и Белоозерский, а также и следующий канал — Ладожский, т.е. для предоставления возможности транспорта мелким судам, не приспособленным для большого озерного

¹ Данное описание составлено по материалам, опубликованным в Справочнике-путеводителе по рекам, озерам и каналам СССР* под ред. П. Бовина (Москва, 1931), а также и по данным, имеющимся в Энциклопедическом словаре Брокгауза-Ефрона.

плавания. Крупные же суда идут напрямик через озеро, сокращая тем самым путь на 46 км.

Онежский канал соединяет р. Вытегру с р. Свирью; длина его — 67 км.

Река Свирь, длиной в 210 км, почти на всем своем участке включается в Мариинскую систему: она вытекает из Онежского озера и впадает в Ладожское. Большая часть реки порожиста.

Дальнейший путь Мариинской системы идет по Ладожским каналам в обход Ладожскому озеру; указанные каналы соединяют р. Свирь с р. Невой — конечным путем системы. Однако пароходное сообщение от р. Свири к р. Неве идет и по Ладожскому озеру — обычный путь пассажирского движения, по которому пришлось проехать и участникам данной экспедиции.

Таким образом, экспедиция встретила с 3 каналами: Белоозерским, Ново-Мариинским и Онежским. Везде были произведены выемки проб воды и грунта.

Исследованию были подвергнуты также и следующие реки: Шексна, Ковжа, Вытегра.

2. Данные обследования.

Полученные результаты сведены в прилагаемую таблицу, по отношению к которой поясним следующее.

Пристань Рубеж, от которой даются расстояния мест взятия проб, находится в Ново-Мариинском канале.

Прозрачность воды дана в см по Секки, цветность — по Уле, щелочность — в мг-эквивалентах на 1 л, жесткость — в немецких градусах, окисляемость — в мг O_2 на 1 л, потребление кислорода в течение 5 суток — в мг на 1 л, электропроводность — в обратных омах, умноженных на 10^6 , при 18° . Содержание веществ даны в мг на 1 л воды.

Образцы грунта брали в тот же день, когда в данном пункте брали образцы воды и в том же месте. Водная вытяжка готовилась путем трехминутного взбалтывания 1 весовой части (по расчету на сухое вещество) грунта с 3 весовыми частями поверхностной речной воды, взятой в этом же пункте, при чем учитывалась и та вода, которая содержалась в анализируемом грунте. Смесь фильтровалась через сухой фильтр. Результаты анализа водных вытяжек даны аналогично тому, как даны они для анализированной воды — по отношению к 1 л вытяжки.

Перейдем к обоснованию приведенного материала. Отметим, что погода во время обследования была благоприятной, лишь 31 июля выпал небольшой дождь; температура воздуха колебалась от 20° до 27° ; соответственно этому и температура воды была относительно высокой — $21-24^\circ C$.

Прозрачность колеблется от 52 до 84 см. Лишь в Белоозерском канале она падает до 5 см, что стоит в связи с работой землечерпательной машины в этом канале.

Цветность наибольшая найдена в Ново-Мариинском канале, реке Ковже и Белоозерском канале. Река Шексна, р. Вытегра и Онежский канал характеризуются уже более низкой цветностью — 17—18°. Выше отмеченная высокая цветность свойственна водам, богатым гуминовыми веществами.

Пленка. На всем обследованном участке поверхность воды покрыта частично, а местами целиком, пленкой нефти: это является результатом пароходного движения.

Активная реакция колеблется в пределе от 7,20 до 8,00, оставаясь, в среднем, на уровне $\text{pH} = 7,60$. Относительно низкая для лета величина pH стоит в связи с низкой щелочностью и невысоким развитием фитопланктона в водоемах Мариинской системы. Это подтверждают также и относительно низкие величины растворенного кислорода.

Щелочность указывает на малую величину растворенных бикарбонатов; лишь для р. Вытегры она поднимается до 2,67 мг-эквивалентов. Величины электропроводности также невелики. Все это является характерным для рек с озерно-болотным питанием.

Хлориды содержатся в количестве от 0,5—2,0 мг.

Нитраты не обнаружены нигде; это — явление, обычное в реках для летнего сезона, и объясняется потреблением нитратов фитопланктоном.

Нитриты обнаружены только на р. Шексне у пристани Иван-бор.

Аммиак солевой находится в различных количествах, при чем удается найти связь между расположением каналов и рек в том или ином бассейне и содержанием солевого аммиака. Действительно, для водоемов Каспийского бассейна — р. Шексна, Белоозерский канал и р. Ковжа — характерна более высокая величина — 0,146—0,200 мг; для Балтийского бассейна — р. Вытегра, Онежский канал — найдена более низкая величина — 0,062—0,071; сюда же относится и вода Ново-Мариинского канала.

Аммиак альбуминоидный колеблется, в среднем, 0,263—0,333; лишь для Белоозерского канала эта величина достигает 0,533 мг, что, вероятно, может быть объяснено поднятием донных отложений в результате работы землечерпалки.

Фосфаты находятся в малых количествах, что связано, повидимому, с потреблением их фитопланктоном.

Окисляемость во всех исследованных пунктах достигает значительной величины, отражая высокое содержание гуминовых соединений. Исключение составляет р. Вытегра. Отметим также относительно высокую окисляемость на р. Шексне у пристани Иван-бор при цветности, равной 17.

Потребление кислорода колеблется от 0,5 до 2,9 мг и лишь в Онежском канале достигает 5,3 мг, что, вероятно, объясняется местным загрязнением.

Вышеприведенные величины потребления кислорода (0,5—2,9) характерны для рек со слабым загрязнением.

Таким образом, полученные данные указывают на то, что в исследованных водоемах Мариинской системы содержания ингредиентов-показателей санитарного загрязнения невелики, и потому можно охарактеризовать исследованные участки, как водоемы со слабым загрязнением; в то же время везде отмечается присутствие нефтяной пленки, сказывающейся отрицательно на физических свойствах воды.

Надо отметить относительно низкое для летнего сезона содержание кислорода, характерное для вод озерно-болотного происхождения.

Характерным для каналов является заиливание их и возникающая отсюда необходимость в землечерпательных работах, что обуславливает появление значительного количества взвешенных веществ, резко уменьшающих прозрачность и потому ухудшающих физические свойства воды.

Если мы обратимся к данным по исследованию грунтов, то и здесь морфологические и химические исследования не указывают на значительное обогащение донных отложений органическими продуктами. Данные гидробиологического исследования также показали, что микрофауна почти отсутствует в грунтах. Правда, данные по содержанию аммиака в водных вытяжках из грунта указывают на значительное превышение его в грунте, по сравнению с речной водой и водой каналов. По р. Шексне мы имеем в воде реки 0,200 мг аммиака солевого и 0,291 мг аммиака альбуминоидного, а в водной вытяжке из грунта—0,592 мг и 0,485 мг; по Белоозерскому каналу имеем в воде 0,155 и 0,526 мг и в водной вытяжке—0,955 мг и 0,533 мг. Необходимо здесь отметить, что для воды Белоозерского канала характерно самое высокое содержание альбуминоидного аммиака и самая высокая окисляемость (14,5 мг), что может быть объяснено взмучиванием донных отложений. Интересно, что в реке Шексне у пристани Иван-бор, т.е. ниже Белоозерского канала, гидробиологические исследования отмечают значительное цветение. В этом пункте найдена высокая окисляемость (12,1 мг), при относительно нормальной цветности (17). Возможно, что это вызывается поступлением в воду канала и затем р. Шексну питательных веществ, появившихся в результате взмучивания донных отложений в канале.

Таким образом, дноочистительные работы могут вести за собой не только резкое ухудшение физических качеств воды, но и могут оказать влияние на химический состав воды, создавая тем самым в нижнем течении благоприятные условия для вспышки роста фитопланктона. Естественно, что размеры

этого роста будут стоять в связи с „загрязнением“ дна. Для исследованного нами случая указанное явление было не особенно значительным.

Взмучивание ила в Белоозерском канале привело также и к росту бактериального населения: в этом пункте в 1 см^3 было найдено 18580 колоний, тогда как на других станциях эта величина колебалась от 460 до 1740 колоний. Исключением является станция у пристани Вытегра, где число колоний составляет максимальную величину 30220; это, вероятно, может быть объяснено тем, что данная проба была взята у самой пристани, которая расположена в стороне от главного русла: здесь проявилось действие местного загрязнения от пристани и города. Подтверждением этому может служить низкий титр *Coli* в этом пункте.

Coli-титр всей Мариинской системы — обычный для слабо загрязненных рек — $1-2 \text{ см}^3$ и лишь в Белоозерском канале и р. Вытегре опускается до $0,01 \text{ см}^3$, что связано в первом случае со взмучиванием донных отложений и во втором — с местным загрязнением.

Выводы.

Произведенные исследования дают возможность сделать лишь самые ориентировочные выводы, так как полная характеристика как гидрохимического, так и санитарного состояния каналов и рек может быть получена лишь при наличии более частых станций и при годичном-посезонном наблюдении. Однако эти данные уже дают картину гидрохимического режима во время летнего сезона; в то же время они позволяют выяснить влияние имеющегося по каналам судоходства и связанного с ним обслуживания на санитарное состояние водоемов. Наши выводы сводятся к следующему.

1. Вода каналов и рек, составляющих Мариинскую систему, имеет низкий солевой состав, высокую цветность, высокую окисляемость, значительное содержание аммиака и относительно невысокое содержание растворенного кислорода. Все это является характерным для водоемов с озерно-болотным питанием.

2. Со стороны санитарного состояния воды указанных водоемов могут быть охарактеризованы, как слабо загрязненные; исключение составляют Белоозерский канал и р. Вытегра, характеризующиеся уже значительным загрязнением.

3. То же остается справедливым и по отношению к грунтам указанных водоемов.

4. Низкий титр-*Coli*, а также большое число бактерий Белоозерском канале и у пристани Вытегра указывают на загрязнение воды в первом случае вследствие взмучивания донных отложений и во втором — в результате местного загрязнения у города-пристани.

Результаты анализа образцов воды каналов и рек Мариинской системы.

№ стаций	Место взятия проб	Расстояние его в км от пристани Рубеж	День и час взятия пробы	Расстояние места взятия от берега
Результаты анализа образцов воды				
1	Р. Шексна, у пр. Череповец, с парохода	330	28 июля, 16,5	В 15 м от правого
2	Р. Шексна, у пр. Иван-бор, с парохода	192	29 июля, 18,5	У правого
3	Белоозерский канал, у пристани Мегра, с парохода	108	30 июля, 10,0	То же
4	Р. Ковжа, у пр. Пороги, с парохода	42	30 июля, 17,0	То же
5	Ново-Мариинский канал ¹ , по середине, с парохода	0	30 июля, 22,0	Середина
6	Р. Вытегра, у пр. Вытегра, с парохода	43	31 июля, 10,0	—
7	Онежский канал, у с. Вознесенье, с мостков	120	1 августа, 14,0	У левого
Результаты анализа водной вытяжки из грунтов				
1	Р. Шексна, у пр. Череповец . .	—	28 июля, 18,3	—
3	Белоозерский канал, у пр. Мегра	—	30 июля, 10,0	—

а также водной вытяжки грунтов, взятых в 1932 г.

Грунт	Температура		Прозрачность	Цветность	pH	Щелочность	Жесткость карбонатная	Fe
	воздуха	воды						
Частью песок, частью глина	27	23	52	18	7,73	1,09	3,0	0,07
Каменистый	26	24	60	17	7,70	1,09	3,0	0,09
Ил темно-серый	21	22,5	5	Желто-бурая	7,60	1,98	5,5	1,19
Песочно-глинист.	27	22,5	80	20,5	7,20	1,19	3,3	1,56
Песок ¹	—	22,5	—	Желто-бурая	7,39	0,64	1,8	0,06
Песок иловат.	20,5	21,5	84	17	8,00	2,67	7,5	0,20
Песок	27,5	23,5	62	18	7,28	0,56	1,6	0,08
Результаты анализа водной вытяжки из грунтов								
—	—	—	—	—	7,73	1,10	—	0,0
—	—	—	—	—	7,53	2,0	—	0,09

¹ Берега канала—известняк.

Продолжение.

№ станий	Место взятия проб	Азо. (N)				
		аммиака		нитритов	нитратов	суммарный
		солевого	альбумино-идного			
Результаты ана						
1	Р. Шексна, у пр. Череповец, с парохода	0,200	0,291	0,0000	0,0	0,491
2	Р. Шексна, у пр. Иван-бор, с парохода	0,175	0,320	0,0017	0,0	0,497
3	Белоозерский канал, у пристани Мегра, с парохода	0,155	0,526	0,0000	0,0	0,681
4	Р. Ковжа, у пр. Пороги, с парохода	0,146	0,286	0,0000	0,0	0,432
5	Ново-Мариинский канал ¹ , посредине, с парохода	0,062	0,333	0,0000	0,0	0,395
6	Р. Вытегра, у пр. Вытегра, с парохода	0,062	0,263	0,0000	0,0	0,325
7	Онежский канал, у с. Вознесенье, с мостков	0,071	0,263	0,0000	0,0	0,334
Результаты ана						
1	Р. Шексна, у пр. Череповец . . .	0,592	0,485	0,0000	0,0	1,077
3	Белоозерский канал, у пр. Мегра	0,955	0,533	0,0015	0,0	1,490

Cl'	P ₂ O ₅	CO ₂			Окисляемость	Растворенный O ₂	Проц. насыщ. кислородом	Потребление O ₂ в течение 5 суток	Электропроводность в обр. омх к 10 ³	Число колоний в см ³	Титр киш. палочки
		общая	связ.	своб.							
ли з а о б р а з ц о в в о д ы											
2,0	0,03	51,0	24,0	3,0	11,8	8,5	99	0,5	121	1.100	1,0
2,0	0,0	51,0	24,0	3,2	12,1	6,7	79	1,2	123	480	> 2,0
1,5	0,09	94,5	43,6	7,3	14,5	5,9	68	2,9	334	18.580	0,01
0,5	0,04	63,4	26,2	11,0	13,6	5,1	58	1,6	124	500	2,0
1,0	0,0	32,0	14,1	3,8	13,0	6,6	77	2,7	62	1.740	1,0
1,5	0,05	121,3	58,7	8,9	6,1	8,0	91	1,4	242	30.220	0,01
1,5	0,03	28,9	12,3	4,3	11,2	7,3	86	5,3	77	1.240	1,0
ли з а в о д н о й в ы т я ж к и и з г р у н т о в											
1,0	0,09	—	—	—	11,9	—	—	6,3	157	—	—
1,5	0,09	—	—	—	19,2	—	—	3,5	307	—	—

¹ Берега канала—известняк.

5. Особенно надо отметить значительное ухудшение физических свойств воды канала в связи с дноочистительными работами.

6. Вызываемое этими работами взмучивание донных отложений может привести к обогащению воды биогенными элементами и, тем самым, способствовать росту фитопланктона.

7. Наличие пленки нефти и масел на поверхности воды также несколько ухудшает ее физические свойства.

Москва.

Санитарный ин-т
им. Эрисмана.

B. A. SKOPINZEW.

Hydrochemische Charakteristik der Flüsse und der Kanäle des Mariinischen Systems.

Auf Grund der von ihm ausgeführten Studien kommt der Verfasser zu den folgenden Schlüssen:

1. Das Wasser in den Flüssen und den Kanälen des genannten Systems zeichnet sich durch den niedrigem Salzgehalt, die starke Farbigkeit und Oxydierungsfähigkeit, den hohen Ammoniakgehalt aus und ist verhältnismässig arm an gelöstem Sauerstoff.

2. In sanitären Beziehungen gehören die Gewässer des Systems zu den schwach verunreinigten Gewässern mit Ausnahme des Beloosersky-Kanals und des Wytegra-Flusses, die stark verunreinigt sind.

3. Dasselbe kann auch von den Bodenverhältnissen dieser Wasserstrasse gesagt werden.

4. Der niedrige Titer von Coli und die starke Entwicklung von Bakterien im Beloosersky-Kanal und am Landungsplatz von Wytegra weisen auf die Wasserverunreinigung hin, die im ersten Falle auf die Aufschlammung der Bodenablagerungen, und im zweiten — auf die von der Stadt selbst und seinen Landungsanlagen abstammende Verunreinigung zurückzuführen ist.

5. Insbesondere wird auf die Verschlimmerung der physikalischen Eigenschaften des Kanalwassers hingewiesen durch die Arbeiten zwecks Bodenreinigung. Die dadurch entstehende Aufschlammung von Bodenablagerungen kann zur Anreicherung des Wassers mit biogenen Elementen führen und das Wachstum des Phytoplanktons befördern.

6. Das Vorhandensein von erdöligen und öligen Flecken auf der Oberfläche des Wassers kann auch die physikalischen Eigenschaften der letzteren verschlimmern.

Moskau.

Erismann's Sanitäts-Institut.