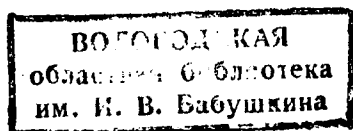


Главное управление охотничьего хозяйства и заповедников  
при Совете Министров РСФСР  
ДАРВИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЗАПОВЕДНИК

# ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ МОЛОГО-ШЕКСНИНСКОЙ НИЗИНЫ

РЫБИНСКОЕ ВОДОХРАНИЛИЩЕ  
(часть III)

ТРУДЫ  
ДАРВИНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ЗАПОВЕДНИКА  
ВЫПУСК XII



СЕВЕРО-ЗАПАДНОЕ КНИЖНОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО  
1974



В книге помещены статьи, излагающие результаты изучения Рыбинского водохранилища и его влияния на побережья. Сборник открывается двумя обзорными статьями, дающими физико-географический очерк Рыбинского водохранилища и освещающими его народнохозяйственное назначение. В него вошли материалы по изучению гидрохимического режима водохранилища. Четыре статьи дают разностороннюю характеристику Мшичинского залива — типичного для северо-западной части водохранилища и являющегося местом проведения многолетних стационарных исследований заповедника. В сборнике приведены материалы по зоопланктону р. Шексны и Белого озера до образования водохранилища и современному состоянию зоопланктона Моложского залива, а также фауне прибрежной зоны Рыбинского водохранилища. Завершается сборник статьями, посвященными влиянию водохранилища на природу его побережий.

Книга представляет интерес для студентов, аспирантов и научных работников географов, гидрохимиков, гидробиологов, ихтиологов и ботаников.

Редакционная коллегия:

Н. И. Аничкова, М. Л. Калецкая (секретарь),  
В. В. Крицкий (гл. редактор),  
К. А. Кудинов (зам. главного редактора),  
В. В. Немцев.

Отв. редактор выпуска —  
кандидат сельскохозяйственных наук К. А. Кудинов.



## От редакции

Дарвинский государственный заповедник, в отличие от большинства других заповедников, был организован на территории, подвергшейся исключительно сильному хозяйственному воздействию. В связи с этим, наряду с охраной природного комплекса от хозяйственной эксплуатации, основная задача Дарвинского заповедника заключается в изучении изменений, происходящих в природе в результате создания Рыбинского водохранилища — первого из крупнейших водохранилищ в нашей стране.

С самого начала деятельности заповедника его научные исследования связаны с изучением самого Рыбинского водохранилища и его побережий. После первых инвентаризационных исследований основное внимание научных работников в заповеднике было сосредоточено на изучении Рыбинского водохранилища. Поэтому II выпуск Трудов заповедника (М., изд. МОИП, 1953) получил название «Рыбинское водохранилище. Часть I». В 1950—1953 гг. была произведена первая биосъемка северной части Рыбинского водохранилища, материалы которой опубликованы в сборнике «Рыбинское водохранилище. Часть II.» (Труды Дарвинского заповедника, вып. VI, Вологда, 1956). В период с 1965 по 1970 год была выполнена повторная биосъемка северной части Рыбинского водохранилища. Изданием этой книги Дарвинский заповедник начинает публикацию материалов второй биосъемки.

В сборник не вошла основная часть ихтиологических работ, которые предполагается опубликовать в отдельной книге: «Рыбинское водохранилище. Часть IV».

В решении научных задач, поставленных перед заповедником, принимали участие сотрудники других организаций. В частности, значительная часть исследований была проведена сотрудниками Института биологии внутренних вод АН СССР (Ф. Д. Мордухай-Болтовской, М. А. Фортунатов, Б. А. Скопинцев, А. Г. Бакулина).

Сборник открывается статьей М. А. Фортунатова, содержащей физико-географический очерк Рыбинского водохранилища, его побережий и окружающих районов. В этой статье содержится обширный справочный материал с подробными ссылками на первоисточники. Особый интерес представляет предлагаемая автором схема районирования Рыбинского водохранилища. В сле-



дующей статье этого же автора приводятся основные сведения об использовании Рыбинского водохранилища для нужд энергетики, водного транспорта, водоснабжения и других хозяйственных целей.

Вопросу определения органического вещества в воде посвящена статья Б. А. Скопинцева и А. Г. Бакулиной, имеющая методическое значение.

Следующие четыре статьи написаны по материалам стационарных исследований Дарвинского заповедника в одном из типичных мелководных заливов Рыбинского водохранилища — Мшичинском. В статье Н. И. Аничковой дано обобщение результатов гидрохимических исследований в этом заливе. Приводятся также основные исходные фактические материалы по химизму воды, интенсивности фотосинтеза и дыхания фитопланктона. В статье Т. Н. Кутовой описана история формирования зарослей макрофитов в Мшичинском заливе, приведены материалы картирования прибрежно-водной растительности на постоянных пробных площадях. Статья Е. С. Задульской и др. подводит итог работам по изучению видового состава и численности промысловых рыб, проводившимся на Мшичинском заливе в 1957—1958 и 1966—1971 гг. Характеристике видового состава, количества, биомассы и общего запаса зоопланктона посвящена статья А. С. Лещинской.

В следующей статье этого же автора даны сведения о видовом составе, количестве и биомассе зоопланктона на более обширной площади, охватывающей большую часть Моложского залива водохранилища.

Работа Н. В. Корде, характеризующая планктон р. Шексны до образования Рыбинского и Череповецкого водохранилищ, имеет большое значение для изучения истории развития этих искусственных водоемов.

В статье Ф. Д. Мордухай-Болтовского систематизированы материалы по фауне беспозвоночных прибрежной зоны, выявлены особенности этой фауны, ее зависимость от режима уровня и значение прибрежной зоны в жизни водохранилища.

Работа К. А. Кудинова и Т. М. Дидковской продолжает начатую ранее (Труды Дарвинского заповедника, вып. X, Вологда, 1971) публикацию материалов заповедника по стационарному изучению уровня грунтовых вод в прибрежной зоне водохранилища.

Завершают сборник статьи К. А. Кудинова и А. Н. Бобко, затрагивающие вопрос о влиянии Рыбинского водохранилища на леса его побережий.

---



М. А. ФОРТУНАТОВ

## ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ОЧЕРК РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Рыбинское водохранилище — один из обширнейших искусственных водоемов. До середины пятидесятых годов текущего века оно было величайшим по площади искусственным водоемом мира. В настоящее время (к 1970 г.) среди водохранилищ, созданных путем затопления речных долин (не считая зарегулированных озер), оно занимает шестое место в мире по площади водного зеркала. Среди водохранилищ Волжско-Камского каскада Рыбинскому водохранилищу принадлежит второе место по площади и по полезному объему и третье, после Куйбышевского и Волгоградского, по общему объему (Вендров, Гангардт и др., 1964).

Рыбинское водохранилище — четвертое по счету от истока Волги после Верхневолжского, Иваньковского и Угличского и третье в объединенной системе Волжско-Камского каскада, началом которого принято считать Иваньковское водохранилище. Для создания Рыбинского водохранилища в 1941 году выше Рыбинска были перекрыты плотинами две большие реки — Волга и Шексна. Заполнение до проектного уровня было закончено только в 1947 г., потому что в годы Отечественной войны заполнение и сработка производились одновременно (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

### Морфометрические показатели Рыбинского водохранилища

Площадь бассейна выше плотины	150 000 км <sup>2</sup>
Площадь водохранилища с островами	4 675 »
Площадь зеркала при НПУ	4 550 »
Площадь при среднем навигационном уровне	3 937 »
Площадь при сработке до горизонта мертвого объема	2 385 »
Площадь мелководий	915 »
Длина наибольшая от Угличской до Шекснинской плотины	250 км
Длина озеровидной части	150 »
Ширина наибольшая	70 »
Средняя ширина Главного плёса	34 »



Длина береговой линии при НПУ	2 150 км
Показатель развития береговой линии *)	9,0
Глубина наибольшая в период заполнения	30,0 м
Глубина наибольшая к 1965 г.	28,0 м
Глубина средняя при НПУ	5,6 м
Объем общий при НПУ	25,42 км <sup>3</sup>
Объем полезный по проекту	14,42 км <sup>3</sup>
Объем полезной призмы при сработке форсированного заполнения	16,6—18,6 км <sup>3</sup>
Средний годовой объем	18,7 км <sup>3</sup>

$$*) K = \frac{L}{2\pi R} = -\frac{L}{2\sqrt{\pi S}}$$

Основные источники: 1) Бакулин К. А. Морфологические характеристики Рыбинского водохранилища. Сборник «Биологические и гидрологические факторы местных перемещений рыб в водохранилищах». Изд. «Наука». Л. 1968.

2) Вендров С. Л., Гангардт Г. Г., Геллер С. Ю., Коренистов Л. В., Саруханов Г. Л. Проблема преобразования и использования водных ресурсов Волги и Каспия. Материалы к IV съезду Географического общества СССР, Симпозиум А. Л. 1964.

3) Юбилейный сборник «25 лет Угличской и Рыбинской ГЭС». Изд. «Энергия». М. 1967.

### Краткая характеристика бассейна

Рыбинское водохранилище и прилегающая к его берегам местность расположены в пределах трех административных областей — Ярославской, Вологодской и Калининской. Большая часть акватории лежит в Ярославской области. Северная и северо-восточная часть, расположенная между устьями рек Мологи (на западе) и Маткомы (на востоке) входит в Вологодскую область. Небольшой участок в северо-западной части побережья между устьями рек Сёблы и Мологи находится в Калининской области (табл. 2).

Если учитывать весь бассейн Волги и ее притоков выше Рыбинской плотины, то к упомянутым областям надо добавить отдельные участки Новгородской, Смоленской, Московской и маленький участок Владимирской.

Согласно физико-географическому районированию СССР, проведенному Московским государственным университетом и изданным Главным управлением геодезии и картографии (1967), бассейн Рыбинского водохранилища расположен в следующих провинциях северо-западной части Русской равнины. Само водохранилище и его побережье находится в Верхневолжской провинции; верховье Волги — в Валдайской; участок Волги между впадением р. Селижаровки и г. Старицей — в Смоленско-Московской; северная часть бассейна (Белозерский район) — в Онежско-Двинской<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Физико-географическое районирование СССР. Карта под редакцией Н. А. Гвоздецкого. Изд. ГУГК. М. 1967.



**Площади отдельных частей бассейна Рыбинского  
водохранилища**

Части бассейна	Площадь, тыс. км <sup>2</sup>	Процент
Волга выше Угличской плотины	60,0	40,0
Молога выше Лентьева	29,0	19,4
Суда выше Нелазского Перевоза	13,7	9,1
Шексна выше Череповецкой плотины	19,4	12,9
Малые реки, впадающие в Рыбинское водохранилище	23,4	15,6
Зеркало Рыбинского водохранилища	4,5	3,0
Общая площадь бассейна	150,0	100

Основной источник: Ресурсы поверхностных вод СССР. Основные гидрологические характеристики, том 10. 1967.

Площадь бассейна Волги выше Угличской плотины включает площади водохранилищ: Верхневолжского — 181 км<sup>2</sup>, Ивановского — 327 км<sup>2</sup> и Угличского — 249 км<sup>2</sup>.

Площадь бассейна Шексны включает Шекснинское водохранилище — 1670 км<sup>2</sup>, частью которого является зарегулированное Белое озеро. Площадь зеркала Рыбинского водохранилища при НПУ 4550 км<sup>2</sup>.

### Геологическое строение

Местность, в которой расположено Рыбинское водохранилище, по геологическому строению относится к наиболее глубокой части Московской синеклизы. Кристаллический фундамент Русской платформы здесь залегает на глубине более 3000 м.

Наиболее древние осадочные породы, выступающие на поверхность в районе водохранилища, нижнетриасовые континентальные отложения, представленные пестроцветными глинами и мергелями. Они обнажаются в нескольких местах в Рыбинском районе. Одно из обнажений триасовых пород, находящееся в районе с. Пермут, в настоящее время затоплено водохранилищем. Над триасом лежат морские верхнеюрские и нижнемеловые глины и пески, лучше всего заметные в южной части водохранилища на берегах Волжского плёса (Иванов и Новский, 1959).

В самой северной части побережья водохранилища среди обнажающихся коренных пород преобладают нижнепермские пестроцветные отложения различного литологического состава (Атлас Ярославской области, 1964; Атлас Вологодской области, 1965).

Бассейн Волги выше Калинина сложен, преимущественно, известняками каменноугольной и пермской систем. Между Калинином и Угличем в редких местах обнажаются юрские глины и пески.



В пределах всего бассейна Рыбинского водохранилища коренные породы перекрыты мощной толщей четвертичных, преимущественно ледниковых и водно-ледниковых отложений. В районе, где расположено само водохранилище, обнажения коренных пород очень редки. Наибольшей известностью пользуется обнажение юры и мела на правом крутом берегу Волжского плёса близ Глебова. Здесь выступают на поверхность нижнемеловые и юрские пески и глины с обильной мезозойской фауной.

Последнее оледенение, которое согласно классификации К. К. Маркова (1961), следует называть валдайским, лишь частично доходило до северо-западной и северной границ Молого-Шекснинской низины. Распространение ледяного покрова этого оледенения не заходило южнее линии, соединяющей на западе Пестово и на востоке Мяксу.

В конце ледниковой эпохи и в первое время после окончания оледенения значительную часть Молого-Шекснинской низины занимало обширное древнее озеро, по своим размерам превышавшее Рыбинское водохранилище (Москвитин, 1947; Ауслендер, 1967). Дюны, окаймлявшие этот водоем, сохранились до настоящего времени в виде пологих песчаных и супесчаных гряд, которые можно проследить вдоль западного берега водохранилища.

Побережье водохранилища, непосредственно прилегающее к урезу воды, сложено преимущественно водно-ледниковыми, лимногляциальными и флювио-гляциальными отложениями различного гранулометрического состава.

### Рельеф

Рельеф побережья Рыбинского водохранилища плоский, слабо расчлененный. Наиболее крутые склоны возвышенностей, достигающих высоты 200—220 м, в непосредственной близости к водохранилищу встречаются в северо-восточной части побережья близ Мяксы. Сравнительно крутые берега также имеет Волжский плёс между Еремйцевым и Глебовым.

Наиболее возвышенные участки, которые видны с берегов водохранилища, находятся к северо-востоку от с. Мяксы и с. Щетинского в верховьях рек Шормы и Мяксы. Здесь абсолютные высоты достигают 221 м. Эта возвышенность расположена приблизительно в 5—10 км от берега в пределах Череповецкого района Вологодской области и хорошо видна со стороны водохранилища.

Еще большей высоты, до 229 м достигает Андогская гряда, расположенная в 35—40 км к северу от водохранилища в Череповецком районе Вологодской области. Однако эта возвышенность не видна с берега и не влияет на ландшафты самого побережья. Точно также Овинищевская возвышенность в верховьях рек Ламы и Кесьмы достигает высоты 268 м. Эта возвышенность находится на расстоянии 30—35 км от берега на границе Весьегонского и Краснохолмского районов Калининской области. Она также не видна с побережья.



К западу и юго-западу от водохранилища простирается обширная полого-волнистая равнина, пересекаемая реками Суткой, Ильдью, Чеснавой, Ситью и Сёблой. В своей нижней части рельеф этой равнины почти столь же плоский, как самой Молого-Шекснинской низины. Четко выраженные пойменные и надпойменные террасы хорошо выражены только в пойме р. Сити, которая является относительно самой большой рекой, пересекающей эту местность.

К востоку от водохранилища расположена волнистая моренная Пошехонско-Тутаевская равнина, пересекаемая реками Согожей, Ухрой и рядом маленьких речек. Эта равнина в южной части полого спускается к Молого-Шекснинской низине со стороны Даниловской возвышенности. Крутые склоны к берегу древнего Молого-Шекснинского озера имеются только в северной части в районе, пересекаемом реками Маткомой, Шормой и Мяксой.

### Климат

Климат побережья Рыбинского водохранилища характеризуется умеренно теплым летом, умеренно холодной зимой и, как правило, достаточным увлажнением. Сравнительно часто здесь повторяются дождливые годы с избыточным увлажнением. Напротив, засушливые годы с длительными засухами мало распространены. Кратковременные засухи, продолжительностью до двух-трех недель, реже до месяца, повторяются сравнительно нередко.

Для местности, где расположено Рыбинское водохранилище, как и для всей северо-западной части Русской равнины, типично преобладание широтной, зональной циркуляции атмосферы с плавными переходами сезонных показателей температуры воздуха.

Годы, в которые доминирует меридиональная циркуляция, повторяются реже. Для таких лет характерны резкие изменения погоды с чередованием вторжений арктических и тропических воздушных масс, а также почти непрерывная штормовая погода. Преобладание меридионального циркуляционного механизма чаще всего совпадает с периодами повышенной солнечной активности (Дзердзиевский и другие, 1946).

Изучению климата побережья и акватории Рыбинского водохранилища посвящены работы С. Л. Вендрова и Л. К. Малик (1964), Л. А. Гущиной (1965, 1966-а, 1966-б), К. Н. Дьяконова и А. Ю. Ретеюма (1964), С. Л. Вендрова, К. Н. Дьяконова, Л. К. Малик, А. Ю. Ретеюма (1968).

Многолетняя средняя температура воздуха на побережье водохранилища за период 1947—1967 гг. колеблется от 2,7 до 3,6°. Самый холодный месяц февраль (от —10,8 до —11,8°), самый теплый—июль (16,9—17,8°). Самые низкие и самые высокие температуры воздуха в этом же районе за период 70 лет приведены в табл. 3, составленной на основании сведений, опуб-



**Наиболее низкие и наиболее высокие температуры  
воздуха за многолетний период в районе, где находится  
Рыбинское водохранилище (°C)**

	Углич	Рыбинск	Пошехонье	Весьегонск	Борок—заповедник	Череповец
Минимум	—48	—46	—49	—48	—41	—49
Максимум	+36	+36	+35	+35	+32	+34
Амплитуда	84	82	84	83	73	83

ликованных в атласах Ярославской (1964), Калининской (1964) и Вологодской (1965) областей. Наиболее низкие температуры до  $-49^{\circ}$  отмечались в Череповце и Пошехонье. Наиболее высокие до  $36^{\circ}$  в Угличе и Рыбинске.

Систематические метеорологические наблюдения в различных точках побережья, а также наблюдения в пределах самой акватории водохранилища проводятся Рыбинской гидрометеорологической обсерваторией и сетью подводомственных ей станций, а также Дарвинским заповедником. В течение ряда лет стационарные наблюдения велись также на Пункте открытого моря (ПОМ), расположенном на одном из плавучих торфяных островов к югу от Центрального мыса. В настоящее время этот пункт закрыт и информация передается плавучей автоматической радиофицированной установкой (АРИВ).

Условиям, господствующим в открытых плёсах водохранилища, из береговых станций лучше всего соответствуют наблюдения на станции мыс Рожновский. Эта станция расположена на Камениковском острове на мысе, глубоко вдающемся в водохранилище.

Из метеорологических сведений в настоящей работе разобраны только те, которые играют наибольшую роль в формировании гидрологического и биологического режимов самого водоема и его побережья, а именно: температура воздуха, осадки, направление и скорость ветра.

*Температура воздуха.* Из пунктов, расположенных на побережье, средняя годовая температура воздуха выше всего в Угличе, где она равна  $3,6^{\circ}$ . Углич расположен в самой южной части Волжского плёса. Самая низкая средняя температура характерна для северных пунктов — Гаютина и Череповца, где она равна  $2,8^{\circ}$ .

Наибольшее запаздывание весны характерно для мыса Рожновского. Средняя температура воздуха в апреле здесь  $1,6^{\circ}$ , в то время как в находящемся рядом Рыбинске средняя температура воздуха в апреле  $3,2^{\circ}$ , а в Угличе  $3,9^{\circ}$ . В противоположность этому, в сентябре и октябре согревающее влияние водохранилища также сильнее всего заметно при сравнении средних температур у Рожновского мыса и на станциях, расположенных дальше от берега (табл. 4).



Средняя месячная температура воздуха за период 1947—1967 гг. в градусах С  
по данным Рыбинской гидрометеорологической обсерватории  
и Дарвинского заповедника

Станции	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Мыс Рож- новский	—10,9	—11,5	—6,8	1,6	9,6	15,9	17,8	16,6	11,1	4,6	—2,5	—7,3	3,2
Переборы	—10,5	—11,1	—5,9	3,2	10,9	16,1	17,6	16,1	10,6	4,5	—2,7	—7,3	3,5
Углич	—10,3	—10,8	—5,6	3,9	11,3	16,1	17,4	15,8	10,4	4,4	—2,7	—7,0	3,6
Брейтово	—10,2	—11,1	—6,4	2,6	10,3	15,7	17,1	15,6	10,1	4,3	—2,7	—7,0	3,2
Борок-запо- ведник	—10,6	—10,9	—6,1	2,6	10,7	15,8	17,4	15,8	10,3	4,2	—2,8	—7,3	3,2
Поше- хонье— Воло- дарск	—11,1	—11,8	—6,7	2,7	10,6	15,7	17,0	15,5	9,8	3,9	—3,2	—7,7	2,9
Гаютино	—11,2	—11,7	—6,5	2,3	10,2	15,5	16,9	15,5	9,7	3,7	—3,2	—7,8	2,8
Череповец	—10,9	—10,4	—6,5	2,5	10,1	15,6	16,9	15,3	10,2	3,6	—3,4	—7,7	2,8



Смягчающее влияние водохранилища на климат окружающей местности заметно при сопоставлении продолжительности безморозного периода и дат последнего и первого заморозков на гидрометеостанциях, расположенных в различных частях побережья (табл. 5).

Т а б л и ц а   5

Продолжительность безморозного периода за 1947—1966 гг.  
Число дней.

	Средняя	Наименьшая	Наибольшая
Мыс Рожновский	165	144	188
Переборы	151	120	180
Углич	129	94	170
Брейтово	142	117	180
Борок-заповедник	137	114	174
Пошехонье-Володарск	127	93	163
Череповец	138	116	170

Несмотря на то, что мыс Рожновский находится более чем на 80 км к северу от Углича, продолжительность безморозного периода здесь на 36 дней больше, чем в Угличе и на 14 дней больше, чем в расположенном рядом Рыбинске. По сравнению с периодом до заполнения водохранилища продолжительность безморозного периода в районе водохранилища увеличилась на 10—15 дней (табл. 6).

Т а б л и ц а   6

Даты последнего и первого заморозка за период  
1947—1966 гг.

	Последнего			Первого		
	Средняя	Самая ранняя	Самая поздняя	Средняя	Самая ранняя	Самая поздняя
Мыс Рожновский	1/V	20/IV— 1963	17/V— 1965	14/X	3/X— 1958	8/XI— 1961
Переборы	4/V	20/IV— 1963	25/V— 1960	3/X	18/IX— 1949	21/X— 1955
Углич	16/V	29/IV— 1954	3/VI— 1949	24/IX	5/IX— 1947	21/X— 1955
Брейтово	13/V	20/IV— 1963	29/V— 1957	1/X	7/IX— 1956	21/X— 1955
Борок-заповедник	13/V	21/IV— 1967	9/VI— 1957	26/IX	7/IX— 1961	21/X— 1955
Пошехонье	17/V	21/IV— 1948	2/VI— 1954	22/IX	17/IX— 1965	21/X— 1955
Череповец	12/V	25/IV— 1948	2/VI— 1963	29/IX	12/IX— 1961	21/X— 1955



Сроки последнего весеннего и первого осеннего заморозков в той или иной части побережья в большей степени зависят от близости места наблюдения к обширному Главному плёсу водохранилища, чем от географической широты. Углич и Череповец расположены на берегах узких плёсов, которые по своему строению и режиму больше напоминают широкие реки, чем озеровидные водоемы. Рыбинская обсерватория расположена в Переборском заливе (точнее проливе) между большим Каменниковским островом и материком. Метеостанция в Пошехонье находится в эстуарии р. Согожи в пределах города. Станция в Брейтове — у открытого западного берега, а Рожновский мыс глубоко вдается в открытую часть Главного плёса. Поэтому именно здесь сильнее всего сказывается воздействие водных масс окружающей акватории на температуру воздуха, регистрируемую метеорологическими станциями.

Переход средней суточной температуры через  $0^{\circ}$  на побережье водохранилища весной чаще всего происходит 4—7 апреля, а над центром водохранилища 8—12 апреля. Осенью переход температуры через  $0^{\circ}$  происходит в конце октября, реже в первых числах ноября.

Таким образом в течение года воздействие водохранилища на температуру воздуха окружающей местности меняется по сезонам. Зимой во время ледостава практически нет различия температуры над замерзшим водоемом и над побережьем. Весной и в начале лета наблюдается значительное охлаждающее воздействие водохранилища. Напротив осенью водоем согревает прилегающие участки суши.

Охлаждающее влияние водохранилища сильнее всего проявляется в мае и начале июня. В этот период температура воздуха у уреза воды днем на  $6—12^{\circ}$  ниже, чем над сушей на расстоянии до 2—5 км от берега. Особенно четко охлаждение прослеживается в полосе шириною 200—500 м от уреза воды. В осенние месяцы в сентябре и октябре ночью температура над акваторией на  $2—6^{\circ}$  выше чем над побережьем.

Изменения средних месячных показателей относительной влажности воздуха в районе Рыбинского водохранилища не велики (табл. 7). Наименьшая средняя влажность характерна для конца весны и начала лета (май и июнь). В это время средняя месячная влажность колеблется от 69 до 74%. Наиболее высокие показатели 85—86% наблюдаются в декабре и январе.

Т а б л и ц а 7

Средняя относительная влажность воздуха на побережье Рыбинского водохранилища за период 1947—1964 гг. в процентах насыщения

Станции	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Мыс Рожновский	86	83	81	80	74	74	76	79	80	83	84	86	80
Переборы	85	83	77	75	69	72	75	79	81	83	84	86	79
Брейтово	85	82	77	75	70	72	76	80	82	83	84	85	79



Сколько-нибудь заметное превышение относительной влажности над акваторией по сравнению с окружающей территорией отмечается только весной и в начале лета, когда водная поверхность много холоднее, чем воздух. Это явление еще более заметно при сравнении средних показателей относительной влажности в районе всплывших торфяников и над сушей. В июне средняя относительная влажность в Рыбинске 72%, а на Пункте открытого моря (ПОМ) в районе всплывших торфяников — 76%.

**Осадки.** Над зеркалом Рыбинского водохранилища выпадает заметно меньше осадков, чем над прилегающей местностью (Дьяконов и Ретеюм, 1964; Гущина, 1966-6). Это обуславливается сочетанием нескольких факторов. Главный из них — уменьшение восходящих токов над центральной частью водного зеркала по сравнению с прилегающими к водохранилищу участками суши. Над центральной частью Главного плёса количество осадков менее 500 мм. На большей части побережья Главного плёса количество осадков колеблется от 512 мм в Брейтове до 660 мм в Пошехонье (табл. 8).

Т а б л и ц а 8

Количество осадков, выпадающих в районе Рыбинского водохранилища за период 1947—1962 гг., в мм.

По данным Л. А. Гущиной (19666) и наблюдениям  
Дарвинского заповедника.

Станции	Средняя сумма осадков за год	Экстремальные величины					
		За год		За теплый период V—X		За холодный период XI—IV	
		мин.	макс.	мин.	макс.	мин.	макс.
Мыс Рожновский	470	340	602	155	489	96	217
Переборы	564	432	748	250	539	128	254
Углич	682	547	808	309	608	178	408
Брейтово	512	376	589	252	467	114	285
Борок-заповедник	522	373	715	241	466	88	253
Весьегонск	603	450	731	262	467	131	377
Пошехонье-Воло- дарск	660	493	790	284	539	162	317
Мякса	635	454	841	288	538	117	280
Череповец	605	428	743	223	428	117	280

На западном побережье выпадает на 10—15% меньше влаги, чем на восточном. В Брейтове среднее годовое количество осадков 512 мм. В то же время на восточном берегу в Гаютине — 576 мм, в Милюшине — 619 мм, в Мяксе — 635 мм, в Пошехонье — 660 мм. Это распределение объясняется, прежде всего, особенностями экспозиции на наветренном и подветренном берегах



по отношению к доминирующему направлению переноса воздушных масс с запада на восток. Некоторую роль играет также более крутой рельеф восточного берега, чем западного.

В теплый период года с мая по октябрь выпадает приблизительно 65% годовой суммы осадков (Гущина, 1966-б). Наименьшее количество осадков выпадает в феврале и марте, больше всего летом в июле и августе.

*Ветровой режим.* Из всех метеорологических факторов создание водохранилища оказало наибольшее влияние на изменение ветрового режима. Средняя скорость ветра на побережье и над акваторией стала выше, чем над окружающей сушей. В прибрежной полосе средняя скорость ветра увеличилась более чем в полтора раза (табл. 9).

В холодное время года (XI—IV) средние скорости ветра в различных пунктах побережья колеблются от 3,5 до 6,2 м/сек., в теплое время (V—X) — от 2,9 до 6,2 м/сек, а на Пункте открытого моря — до 6,6 м/сек. Наибольшая средняя скорость характерна для мыса Рожновского — 5,5 м/сек, наименьшая — 3,6 м/сек для Пошехонья. Как общую закономерность, можно отметить повышение средних скоростей ветра осенью. В октябре штормовые ветры скоростью более 8 м/сек на большей части акватории и побережья составляют до 71% всех наблюдений.

Средние скорости ветра над зеркалом водохранилища в его средней части на 20—30% выше, чем над территорией, окружающей побережье. В середине лета и в начале осени превышение скоростей в открытых плёсах иногда на 40—45% больше чем на побережье.

Изменения скорости ветра в течение суток лучше заметны на побережье, чем в открытой части Главного плёса. В центре водохранилища суточная амплитуда скорости не превышает 0,5 м/сек, а на побережье нередко достигает 1,5—2 м/сек.

Наибольшая скорость ветра в районах, удаленных от берегов, как правило, наблюдается в середине ночи, наименьшая — днем. Напротив, на побережье ветер усиливается к полудню и относительно стихает ночью.

Для большей части побережья и акватории Рыбинского водохранилища в течение большей части года типично преобладание ветров юго-западного и западного направлений. Однако отдельные участки побережья в различные сезоны характеризуются специфическими особенностями ветрового режима (табл. 10).

На Пункте открытого моря в течение теплого периода (VI—X), наряду с западными и юго-западными ветрами, доминирующее положение занимают северо-западные ветры. В районе мыса Рожновского в холодный период (XI—IV) преобладающее значение имеют южные, юго-восточные и юго-западные ветры, а в теплый период (V—X) — юго-западные и северо-западные. Преобладание в холодный период ветров южной четверти характерно для всего изучаемого района и особенно резко заметно в Череповце, Рыбинске и Брейтове.



Средние месячные скорости ветра на побережье Рыбинского водохранилища  
за период 1951—1962 гг. (в м/сек) по Л. А. Гузиной (1966а)

Пункт наблюдения	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Пункт открыто- го моря	—	—	—	—	—	5,4	5,4	5,6	6,2	6,6	—	—	—
Мыс Рожнов- ский	5,8	5,5	5,0	4,8	4,8	4,9	5,0	5,1	6,1	6,2	6,2	5,9	5,5
Переборы	4,7	4,4	4,5	4,0	4,6	4,1	3,9	4,0	4,3	4,7	4,8	4,3	4,4
Углич	4,0	3,8	3,8	3,6	4,1	3,7	3,4	3,5	3,7	3,8	3,9	3,8	3,8
Брейтово	4,5	4,5	4,7	4,1	4,6	4,1	3,9	3,9	4,5	5,0	5,0	4,5	4,4
Кесьма	4,1	4,0	4,2	3,7	3,9	3,5	3,3	3,3	3,6	3,8	4,1	3,8	3,8
Пошехонье- Володарск	3,9	3,9	3,9	3,5	3,8	3,2	2,9	3,0	3,4	3,7	3,7	3,9	3,6
Гаютино	4,8	4,9	5,0	4,4	4,8	4,4	4,3	4,4	4,7	5,1	4,8	4,6	4,7
Череповец	5,1	4,9	5,2	4,6	4,8	4,4	3,8	4,0	4,4	4,7	5,1	4,9	4,7



Повторяемость ветров различных направлений, в процентах по Л. И. Гущиной  
(1966а) и наблюдениям Дарвинского заповедника

Пункты наблюдения	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штиль
Пункт открытого моря									
Теплый период	11,5	8,0	8,6	10,6	13,1	15,3	16,0	15,1	1,8
Мыс Рожновский									
Холодный период	7,8	7,3	6,6	18,6	20,5	15,9	8,4	11,8	3,1
Теплый период	10,9	10,7	7,2	12,2	12,7	15,1	12,9	14,9	3,4
Год	9,3	9,0	6,9	15,4	16,6	15,5	10,7	13,4	3,2
Переборы									
Холодный период	6,7	3,9	6,1	19,5	14,8	18,3	12,2	12,7	5,7
Теплый период	11,9	7,0	7,9	10,9	10,3	17,2	13,7	14,2	6,9
Год	9,3	5,5	7,0	15,2	12,5	17,8	13,0	13,4	6,3
Брейтово									
Холодный период	6,9	3,8	5,6	11,2	20,8	16,6	14,4	11,9	8,8
Теплый период	9,5	8,3	9,0	6,0	12,8	17,2	17,8	12,0	7,4
Год	8,2	6,1	7,3	8,6	16,8	16,8	16,1	12,0	8,1
Борок-заповедник									
Холодный период	5,8	3,5	9,3	14,2	14,6	14,9	13,8	9,8	14,1
Теплый период	9,0	5,7	7,5	10,0	10,8	15,5	18,0	12,2	11,3
Год	7,4	4,6	8,4	12,1	12,7	15,2	15,9	11,0	12,7
Пошехонье-Володарск									
Холодный период	5,2	9,6	4,4	14,8	14,1	22,2	8,7	5,2	15,8
Теплый период	9,0	10,8	4,2	7,4	10,4	16,5	14,1	9,2	18,4
Год	7,1	10,2	4,3	11,1	12,2	19,4	11,4	7,2	17,1
Череповец									
Холодный период	7,8	9,0	6,0	12,5	24,2	16,7	12,9	6,4	4,5
Теплый период	10,4	11,0	6,5	9,0	15,5	17,4	15,2	9,7	5,3
Год	9,1	10,0	6,2	10,7	19,9	17,0	14,1	8,0	5,0



В те годы, когда вместо широтной зональной циркуляции преобладает меридиональная (1956, 1957, 1968, 1969), значительно увеличивается роль ветров северной четверти.

Почти повсеместно в районе Рыбинского водохранилища штилевая погода наблюдается очень редко. Только на восточном побережье в районе Пошехонья в холодный период штили составляют 15,8%, в теплый — 18,4%. В то же время в районе мыса Рожновского количество зарегистрированных штилей не превышает 3,1—3,4%, а на Пункте открытого моря совсем ничтожно — 1,8%. Многолетняя средняя годовая сумма штилевых часов на мысе Рожновском равна 285 часам, в Переборах — 554, в Пошехоньи — 1493 часам.

Штормовыми принято считать ветры скоростью свыше 8 м/сек. Ветры такой силы наиболее часто повторяются в открытой части Главного плёса. На станциях Пункт открытого моря и на мысе Рожновском число дней с ветром, превышающим 8 м/сек, в среднем составляет 203 дня в год. В отдельные годы, например в 1962 г., число штормовых дней на Рожновском мысу составляло 223 дня. Чаше всего штормовая погода наблюдается в октябре, когда она составляет 54% времени. Средняя продолжительность штормовой погоды за навигационный период составляет 1684 часа, т. е. 38% всего времени. В октябре 1956 г. шторма занимали 71% времени (Гущина, 1966-а, стр. 122).

Наибольшие скорости ветра во время кратковременных шквалов по наблюдениям на мысе Рожновском достигают 40 м/сек.

Район, в котором расположено Рыбинское водохранилище, как и большинство других районов северо-западной части Русской равнины, находится в области интенсивной циклонической деятельности. Здесь относительно часто пересекаются пути циклонов, которые зарождаются как в северной, так и в средней части Атлантического океана.

Кроме ветров, обусловленных синоптической ситуацией, господствующей на обширной территории Русской равнины и северо-западной части Европы, в районе Рыбинского водохранилища широко распространены местные ветры. Особенно типичны для этого района ветры типа бризов, возникающие на берегах больших озер и водохранилищ.

В те периоды, когда циклоническая деятельность временно ослаблена летом и в начале осени, на побережье водохранилища в дневные часы преобладают ветры, дующие со стороны водохранилища, а ночью с берега. Такие бризы характерны для побережья большей части обширных водоемов как озер, так и водохранилищ. Поздней осенью и ранней весной бризы мало заметны, а зимой отсутствуют.

Скорости ветра при бризах сильно варьируют в зависимости от различия температуры воздуха и воды. По данным Л. И. Гущиной (1966-а) ветер со скоростью до 8 м/сек в центральной час-



ти водохранилища и на побережье может образоваться даже при спокойной синоптической обстановке в тех случаях, когда разница температур воды и поверхности суши превышает 4°.

### Почвенный покров

Почвы побережья Рыбинского водохранилища преимущественно дерново-подзолистые, реже болотные. На большей части побережья преобладают средние и легкие суглинки. На южном берегу, начиная от Волжского плёса до Рыбинска, а по восточному до устья р. Ухры широко распространены средние и легкие пылеватые супеси.

На северо-западном берегу Моложского плеса, между устьями рек Сёблы и Мологи, протянулась полоса зандровых песков, местами перемежающихся с заболоченными участками. Среди зандровых песков можно проследить гряды древних дюн, окаймлявших в послеледниковое время древнее озеро Молого-Шекснинской низины.

Различные модификации болотных почв: подзолисто-болотных, дерново-глеевых, торфяно-глеевых, верховых, переходных и низовых наиболее распространены на полуострове Центрального мыса, который вдаётся в водохранилище между Моложским и Шекснинским плёсами. Эти болота на северо-западе соприкасаются с обширными торфяными массивами, раскинувшимися между реками Чагодошей и Судой. Небольшие участки подзолисто-болотных почв, а также почв, характерных для болот переходного типа, находятся на восточном берегу Шекснинского плёса. В южной части водохранилища болотные почвы покрывают Святковской остров, расположенный на границе Волжского и Главного плёсов.

Несколько дальше от берега, в среднем и верхнем течении рек, впадающих в водохранилище с запада, юго-запада, юга и востока также имеется несколько болотных массивов, где встречаются различные модификации болотных почв.

К юго-востоку от центрального мыса при заполнении водохранилища были залиты обширные торфяные, преимущественно сфагновые болота, местами поросшие болотной сосной и березой. В первые годы после затопления значительная часть этих торфяников всплыла, образовав массивы и архипелаги плавучих и временно всплывающих островов, местами связанных с коренным грунтом корнями растущих на них деревьев и кустарников. При высоком горизонте эти острова всплывают, при низком часть из них опускается на грунт. Другой архипелаг торфяных островов значительно меньших размеров образовался у восточного берега против устья р. Конгоры.

Первоначальная площадь всплывших торфяников превышала 90 км<sup>2</sup>. В последующие годы значительная часть обширных всплывших массивов была разрушена волнением и превратилась в сложные архипелаги (Фортунатов, 1958). В настоящее время



суммарная площадь плавучих и всплывающих закрепленных островов не превышает 60 км<sup>2</sup> (Тачалов, 1965). Изучению всплывших торфяников в Рыбинском водохранилище посвящена работа М. Л. Калецкой, Т. Н. Кутовой и В. В. Немцева (1959).

### Ландшафты побережья

Весь бассейн Рыбинского водохранилища целиком находится в пределах лесной зоны. Большая часть бассейна, в том числе само водохранилище и его побережье лежат в подзоне южной тайги. Отдельные участки смешанных лесов с присутствием насаждений дуба, клена, липы и черной ольхи до заполнения водохранилища далеко вдавались на север по долинам Шексны и Мологи. В настоящее время эти аванпосты широколиственных пород, по большей части, попали в полосу затопления.

Граница подзон южной тайги и хвойно-широколиственных лесов проходит южнее Рыбинского водохранилища, приблизительно по линии, которая соединяет Бежецк, Углич и Переславль-Залесский (физико-географический атлас мира, 1964, карты 240—241). Ландшафты, типичные для подзоны хвойно-широколиственных лесов, встречающиеся на берегах Иваньковского и Угличского водохранилищ, не доходят до Рыбинского водохранилища (Дегтяревский, 1958).

Первичные естественные ландшафты подзоны южной тайги, до их видоизменения под воздействием хозяйственной деятельности человека, характеризовались преобладанием хвойных лесов, местами чередующихся в поймах рек с заливными лугами, а в плохо дренируемых местах с болотами разных типов.

Естественные ландшафты Ярославского Поволжья были сильно видоизменены человеком еще задолго до заполнения водохранилища. На месте вырубленных хвойных лесов выросли вторичные березовые, осиновые и смешанные леса с преобладанием ели на суглинистых почвах и сосны на супесчаных и песчаных.

Значительные площади в бассейне Рыбинского водохранилища занимают ландшафты «ополья», то есть искусственной лесостепи с преобладанием распаханных угодий. В полосе, окаймляющей Рыбинское водохранилище на юго-западном и западном побережьях, обширные участки ополья распространены в бассейнах рек Ильди, Чеснавы и Сити. В бассейне Сутки распаханное угодья преобладают в верхней части бассейна, а крупноствольные смешанные леса в нижней. Преобладающая форма рельефа здесь плоскоравнинная. К северу от впадения р. Сёблы местность характеризуется как песчаная зандровая равнина с древними дюнами и чередованием сосновых лесов и сфагновых болот.

На северо-восточном и восточном берегах между с. Вычеловым на севере и устьем р. Маткомы на юге преобладают ландшафты холмистой, сильно распаханной равнины. Лесные массивы



вы не подходят к берегу и здесь преобладает ландшафт ополья.

Южнее устья р. Маткомы, а особенно южнее устья р. Ухры, залесенность местности на побережье значительно увеличивается. Рельеф этой местности волнистый с отдельными высокими холмами.

Компактные лесные массивы смешанных сосново-березовых и березо-еловых лесов окаймляют берега Волжского плёса между Угличем и Коприным, а также Каменниковский остров.

Обширные заливные луга, которыми раньше славилось Молого-Шекснинское междуречье, были ранее типичным ландшафтом этих мест, в настоящее время полностью залиты водохранилищем. Сильно увлажненные луга с преобладанием различных видов осок, местами заросшие ивняком и белой ольхой, широко распространены в полосе подтопления.

Для полосы временного затопления и подтопления в очень многих участках побережья характерны пустоши, усеянные многочисленными пнями, остатками корней и полусгнивших стволов.

В течение первого десятилетия после заполнения водохранилища стволы мертвых деревьев, возвышавшихся над водой, долго сохранялись во многих местах мелководья. В настоящее время такие стволы почти повсеместно сгнили и разрушены волнами. Между тем корни, пни и остатки стволов, находившиеся под водой, относительно хорошо сохранились. О лесах, затопленных Рыбинским водохранилищем, опубликованы работы Л. Н. Куражковского (1953), С. Н. Тачалова (1965) и ряда других авторов.

Ландшафты, характерные для полос сезонного затопления и подтопления, до настоящего времени изучены далеко не достаточно, хотя по вопросу о влиянии водохранилища на природу окружающей местности имеется многочисленная литература (Вендров, 1961; Вендров и Малик, 1964; Владыченский, 1958; Вендров, Дьяконов, Малик, Ретеюм, 1968).

### Земли, затопленные Рыбинским водохранилищем

Среди земель, затопленных Рыбинским водохранилищем (Лифанов, 1946), пашни занимали 14,4%, огороды и усадьбы — 1,5%, сенокосы — 17,3%, выгоны — 7,1%, леса и кустарники — 56,2%, прочие угодья — 3,5%. По данным того же автора, площадь затопленных торфяников превышала 85 тыс. га, что составляет приблизительно 18% всех затопленных угодий. Часть из них И. А. Лифановым отнесена к заболоченным лесам, часть — к выгонам и прочим угодьям.

При заполнении водохранилища полностью затоплен г. Молога и, в значительной степени, перенесен Весьегонск. Частично были затоплены участки нескольких других городов и поселков городского типа: Череповца, Пошехонья-Володарска, Углича и Мышкина. Были затоплены земли 25400 хозяйств с населением



около 100 тысяч жителей<sup>1</sup>. Среди затопленных земель наибольшую ценность представляли заливные луга Молого-Шекснинского междуречья. Потеря этих угодий потребовала значительной перестройки структуры сельского хозяйства не только в полосе, прилегающей к водохранилищу, но и во многих других районах Ярославского Поволжья.

### Районирование водохранилища

Для районирования водохранилища было предложено несколько схем. Их описание, сравнение и обозначение границ плёсов и участков приведены в нескольких выпусках Трудов и Тематических сборников, изданных Биологической станцией «Борок», а в дальнейшем институтами биологии водохранилищ и биологии внутренних вод<sup>2</sup>.

В настоящей работе приводится схема, составленная на основании сопоставления морфометрических особенностей отдельных плёсов с особенностями их режима, в частности с характером заполнения отдельных плесов водными массами различного генезиса (Фортунов, 1959; Бакулин, 1968). В качестве основного критерия при характеристике заполнения плёсов была принята повторяемость различных градаций окрашенности воды.

При определении степени обособленности отдельных плёсов учитывалась конфигурация водного зеркала, как при заполнении водохранилища до НПУ, так и при зимней сработке водохранилища на 4 м ниже НПУ. В период зимней сработки значительно увеличивается изоляция некоторых плёсов, в первую очередь Шекснинского и отчасти Волжского.

При разработке вопросов районирования водохранилищ, также как и других категорий внутренних водоемов и водотоков, основными единицами являются плёсы, проливы и заливы. Значение перечисленных терминов достаточно четко сформулировано в руководствах по геоморфологии, гидрографии и лимнологии. Самой низшей по рангу таксономической единицей является участок. На отдельные участки может быть разделен каждый плёс; залив или пролив.

При применении термина плёс к районированию водохранилища под этим словом следует понимать, в той или иной степени обособленную, местами расширенную часть водохранилища. вполне допустимо разделять некоторые водохранилища на более сложные по своему строению районы, которые могут включать не только один обособленный плёс, но также системы из нескольких плёсов, соединенных проливами. Это допустимо в тех случаях, когда классификация выделяемых районов производится не на основании их морфологии, а по какому-либо иному признаку, например, по генезису воды, приносимой притоками.

<sup>1</sup> Юбилейный сборник «25 лет Угличской и Рыбинской ГЭС» 1967, стр. 71.

<sup>2</sup> Выпуски: вып. 3, 1958; вып. 2(5), 1959; вып. 5(8), 1963; вып. 6(9), 1963; вып. 7(10), 1965; вып. 16(19), 1968.



В состав таких сложных районов, кроме озеровидных расширений, проливов и заливов входят русловые участки впадающих в них притоков, вплоть до места выклинивания подпора водохранилища.

В тех случаях, когда залив водохранилища в то же время является воронкообразно расширенным устьем реки, уместно применять термин эстуарий. Типичными эстуариями являются устьевые участки рек Согожи и Ухры на восточном берегу Рыбинского водохранилища.

Пониженные элементы рельефа, затопляемые водохранилищем при нормальном или при форсированном заполнении, следует называть ингрессионными бухтами или заливами в зависимости от соотношения их длины и ширины.

Безусловно недопустимо применение термина отрог для обозначения заливов и плесов водохранилищ. Термин отрог имеет другое, вполне установившееся значение, принятое в геоморфологии и других разделах географии. Отрогами называются горные хребты второго порядка.

Точно также нам представляется неуместным перенесение таких местных терминов как губа, култук, узак из одного региона в другой. Эти термины уместно сохранять только для обозначения собственных имен.

При классификации типов береговой линии по степени ее извилистости, наиболее удобным и простым является деление берегов на прямые, лопастные и бухтовые. Эта схема была предложена А. Пенком (Репск, 1894) и со времен работ Л. С. Берга широко применяется отечественными озероведами (Берг, 1908). Применительно к условиям Рыбинского водохранилища термины район водохранилища или плёс можно считать идентичными.

## Пояснения к схеме районирования Рыбинского водохранилища

Рыбинское водохранилище следует разделять на четыре района, которые в то же время являются и основными плёсами: Волжский, Моложский, Шекснинский и Главный. В каждом из этих районов имеются расширенные части, или плёсы в узком смысле этого слова, а также заливы, проливы и русловые участки впадающих рек вплоть до границы выклинивания подпора (рис. 1).

### *1. Волжский плёс*

Волжский плёс Рыбинского водохранилища начинается от плотины Угличского гидроузла. Верхний участок этого плёса в то же время является нижним бьефом Угличского водохранилища. Термин нижний бьеф в данном случае следует применять только для участка от плотины до устья р. Корожечны. Нижней границей Волжского плёса следует считать линию, соединяющую Святоской (он же Моложский) остров на западе с мысом Рожновским на востоке. При зимней сработке водохранилища граница между Вол-







жским и Главным плёсами выражена очень четко. В это время эти плёсы соединяются между собой только узким проливом. Напротив, в начале и середине лета, при заполнении водохранилища до НПУ, граница становится условной и происходит заметное перемешивание между водами обоих плёсов под воздействием ветра. Святовской остров при уровнях ниже среднего навигационного превращается в полуостров и соединяется на западе с материком.

При нормальном подпорном уровне площадь Волжского плёса составляет 12,1% зеркала, а объем — 10,4% общего объема всего водохранилища (табл. 11).

Т а б л и ц а 11

Площадь зеркала и объем воды Волжского плёса.

По К. А. Бакулину (1968)

Степень заполнения	Площадь зеркала		Объем воды	
	к.м <sup>2</sup>	процент общей площади водохра- нилища	к.м <sup>3</sup>	процент общего объема водохра- нилища
При НПУ	550,0	12,1	2,625	10,4
При сработке на 4 м	260,1	9,7	1,050	9,6

В Волжский плёс слева впадают следующие реки: Корожечна, Сутка, Ильдь, Шуморовка и Латка, а также несколько ручьев. Из правых притоков надо упомянуть только Юхоть, впадающую в русловой участок плеса против г. Мышкина и маленькие речки Черную и Белую Югу, впадающие в Югский залив.

Волжский плёс можно разделить на три части: I—1 верхнюю русловую, I—2 среднюю расширенную и I—3 нижнюю пограничную с Главным плёсом.

I—1. Верхняя русловая часть Волжского плеса по своим очертаниям более или менее однородна. Здесь затоплена только пойма и надпойменная терраса. Эту часть можно разделить на два участка: I—1-а от Угличской плотины до устья р. Юхоти и I—1-б от устья Юхоти до расширения плёса в створе Сменцево-Глебово.

I—2. В средней части Волжского плёса выделяются три участка: I—2-а глубоководный участок, протянувшийся вдоль правого берега, по которому проходит затопленное русло Волги и течет основной поток воды Волжского каскада; I—2-б объединенная в своей нижней части группа эстуариев трех рек Сутки, Ильди и Шуморовки, отделенная от русла Волги отмелями и островами; I—2-в мелководье затопленной левой поймы Волги между эстуарием Шуморовки на юге и Святовским и Шуморовским островами на севере. Этот участок отделен от руслового участка I—2-а цепью мелей и островков. Значительная часть участка I—2-в относится к полосе сезонного затопления.

I—3. Нижняя часть Волжского плёса, граничащая с Главным плёсом, разделяется на следующие участки: I—3-а пограничный



участок пелагиали между Святовским островом на западе и Каменниковским на востоке без четко морфологически очерченных границ; I—3-б Югский залив — мелководный залив, вдающийся в южный берег материка к западу от Юршинского острова; I—3-в Переборский залив (который правильнее называть проливом) между Юршинским и Каменниковским островами. На юго-востоке этот пролив перегорожен Волжской плотиной Рыбинского гидроузла и сообщается с нижним бьефом только через судоходный шлюз, на севере он соединяется с пограничным участком I—3-а.

## II. Моложский плёс

В северо-западной части водохранилища расположен Моложский плёс, отделенный от Главного плёса узким проливом в районе устья р. Ламы. Граница, в данном случае, проводится на основании морфометрического критерия. Расположенный южнее пограничный Первомайский участок IV—1-в отнесен к западной части Главного плёса, хотя заполняющие его воды по своим свойствам более напоминают воды Моложского плёса, чем Центральной части Главного плёса.

При нормальном подпорном уровне Моложский плёс составляет 4,9% всего зеркала и 2,9% объема Рыбинского водохранилища (табл. 12).

Т а б л и ц а 12

Площадь зеркала и объем воды Моложского плёса.  
По К. А. Бакулину (1968)

Степень заполнения	Площадь зеркала		Объем воды	
	к.м <sup>2</sup>	процент общей площади водохрани- лища	к.м <sup>3</sup>	процент общего объема водохра- нилища
При НПУ	220,3	4,9	0,739	2,9
При сработке на 4 м	76,1	2,8	0,196	1,8

Подпор Рыбинского водохранилища по р. Мологе простирается до места впадения в нее реки Чагодоши. Участок II—1 между устьем Чагодоши и Весьегонским расширением Моложского плёса по своему строению остается русловым. Надпойменная терраса в его пределах заливается только временно в период максимального заполнения водохранилища. Расширенная часть плёса начинается южнее с. Харламовского, где р. Молога впадает в Весьегонское расширение.

Расположенную ниже часть Моложского плёса следует делить на следующие участки: II—2-а, то есть Весьегонское расширение — озеровидный участок между Харламовским на севере и устьем р. Кесьмы на юге; II—2-б узкий пролив, протянувшийся



к юго-востоку от устья р. Кесьмы до следующего расширенного участка II—2-в, который на юго-востоке граничит с Главным плёсом водохранилища. На берегу юго-восточного расширения Моложского плёса находится главная усадьба и научные лаборатории Дарвинского заповедника.

В Моложский плёс впадает одна многоводная река Молога и несколько небольших рек: Лама (Ламь), Сыроверка (Суховетка), Чёрная, Кесьма, Реня, Шарица, Стрелица, Вочкомка и Ягница. Из этих рек Лама, Кесьма и Реня в период половодья несут по несколько десятков кубометров в секунду. Остальные речки являются только большими ручьями.

Площадь бассейна Мологи выше выклинивания подпора равна 29 000 км<sup>2</sup>, средний годовой расход воды 172 м<sup>3</sup>/сек. Наибольший средний месячный расход в апреле 1903 г. у Восьегонска равнялся 1 760 м<sup>3</sup>/сек, наименьший средний месячный в том же створе в январе, феврале и марте 1883 г. не превышал 22 м<sup>3</sup>/сек.

### III. Шекснинский плёс

Шекснинский плёс занимает северо-восточную часть водохранилища к северу от Леушинских отмелей. В летние месяцы, при наполнении водохранилища до НПУ, эти отмели покрываются слоем воды 1—2 метра. В это время граница между Шекснинским и Главным плёсами временно становится условной, поскольку ширина плёса здесь достигает 9 км. При понижении уровня даже на 2 м отмели обнажаются, а при зимней сработке водохранилища на 4 м Шекснинский плёс соединен с Главным только узким протоком в районе затопленного русла Шексны (табл. 13).

Т а б л и ц а 13

Площадь зеркала и объем воды Шекснинского плёса.  
По К. А. Бакулину (1968)

Степень заполнения	Площадь зеркала		Объем воды	
	км <sup>2</sup>	процент общей площади водохрани- лища	км <sup>3</sup>	процент общего объема водохрани- лища
При НПУ	696,5	15,3	2,506	9,9
При сработке на 4 м	252,0	9,4	0,707	6,5

Подпор Рыбинского водохранилища вверх по Шексне распространяется до Шекснинской (Череповецкой) плотины.

Шекснинский плёс можно разделить на следующие участки: III—1-а русловой участок Шексны от Шекснинской плотины до расширения у Дорской гряды; III—1-б эстуарий р. Суды, включая ее нижнее течение до выклинивания подпора; III—2-а открытый озеровидный участок Шекснинского плёса; III—2-б залив Кондоша.



В Шекснинский плёс впадают две большие реки Шексна и Суды, а также ряд небольших речек: Кондоша, Колоденка, Пёсья, Пачая, Дора, Кошта, Ягорба, Конома, Угла, Большой Юг, Кизма, Мякса, Шорма и несколько ручьев.

Площадь бассейна Шексны выше Шекснинской плотины 19 440 км<sup>2</sup>, в том числе зеркало Шекснинского водохранилища 1670 км<sup>2</sup>. Средний многолетний расход Шексны у Черной гряды до зарегулирования равнялся 172 м<sup>3</sup>/сек с колебаниями в отдельные годы от 113 до 233 м<sup>3</sup>/сек. Наибольший средний месячный расход 632 м<sup>3</sup>/сек был в мае 1955 г., наименьший — 6,53 м<sup>3</sup>/сек в марте 1951 г.

Площадь бассейна р. Суды выше Нелазского перевоза 13 700 км<sup>2</sup>. Средний многолетний расход воды в этом створе 134 м<sup>3</sup>/сек<sup>1</sup>, наименьший средний годовой 105 м<sup>3</sup>/сек, наибольший до 200 м<sup>3</sup>/сек. Наименьший средний месячный 23,6 м<sup>3</sup>/сек был отмечен в марте 1932 г., наибольший 674 м<sup>3</sup>/сек в мае 1929 г.

#### IV. Главный плёс

Главный плёс Рыбинского водохранилища расположен к северу от Волжского, к юго-востоку от Моложского, к югу и юго-востоку от Шекснинского. Границы Главного плёса с тремя речными плёсами были указаны при описании отдельных плёсов. На долю Главного плёса при заполнении до НПУ приходится 67,7% площади и 76,8% объема Рыбинского водохранилища (табл. 14).

Таблица 14

Площадь зеркала и объем воды Главного плёса.  
По К. А. Бакулину (1968)

Степень заполнения	Площадь зеркала		Объем воды	
	км <sup>2</sup>	процент общей площади водохрани- лища	км <sup>3</sup>	процент общего объема водохра- нилища
При НПУ	3077	67,7	19,394	76,8
При сработке на 4 м	2095	78,1	8,968	82,1

Главный плёс Рыбинского водохранилища разделяется на четыре части: IV-1 — западную; IV-2 — северную; IV-3 — центральную и IV-4 — сбросную (Шекснинскую горловину). Каждая из этих частей, в свою очередь, может быть разделена на более мелкие участки. Число выделяемых участков может различаться в зависимости от задач, которые ставятся при отдельных исследованиях, и от масштаба схемы районирования. В данной работе перечисляются только важнейшие участки.

<sup>1</sup> Определения расходов воды в р. Суде у Нелазского перевоза производились в течение только десяти лет с 1926 по 1935 г. В силу этого среднюю многолетнюю величину можно принимать как ориентировочную.



В пределах западной части Главного плёса можно указать следующие участки: IV—1-а — открытый участок, то есть пелагиаль, граничащая с пелагиалью центральной части Главного плёса (Центральным плёсом); IV—1-б — эстуарий р. Себлы; IV—1-в — участок затопленного русла р. Мологи, отделенный на востоке от открытого Главного плёса цепью песчаных Первомайских островов (этот участок мы называем Первомайским); IV—1-г — северная часть Главного плёса, в который входят литораль и заливы близ Бора-Тимонина и устья р. Яны; IV—1-д — эстуарий р. Сити.

Граница между западной и центральной частями Главного плёса, как и все границы, проводимые в пределах пелагиали, конечно, условны и непостоянны. Морфометрически очерченной границы здесь нет. Однако различия между участками можно считать реальными по специфичности заполняющих эти участки водных масс. В западной части плёса в течение большей части года преобладают моложские водные массы, а в центральной — водные массы сильно трансформированные в водохранилище. Эти массы формируются при смещении водных масс различного происхождения (Буторин, 1965) — волжского, моложского и шекснинского.

Северная часть Главного плёса IV—2 граничит с Шекснинским плёсом на севере. Южной границей этого района можно считать линию, соединяющую архипелаги торфяных островов у Центрального мыса на западе и устье р. Конгоры на востоке. Эту часть можно разделить на следующие участки: IV—2-а — пелагиаль открытых участков; IV—2-б — полосу сезонного затопления на границе с Шекснинским плёсом в районе Леушинских отмелей; IV—2-в — литораль и заливы западного берега полуострова Центрального мыса в районе эстуариев рек Искры и Санжевы, заливов Среднего Двора и побережья до Центрального мыса на юге; IV—2-г — участок литорали вдоль восточного берега между устьем рек Музги на севере и Конгоры на юге.

В центральную часть Главного плёса (IV—3) входят участки: IV—3-а — открытые участки (пелагиаль) центральной части водохранилища; IV—3-б — лагуны и проливы среди архипелага затопленных островов; IV—3-в — эстуарий р. Чеснавы; IV—3-г — эстуарий р. Согожи; IV—3-д — эстуарий р. Ухры.

Сбросная или Приплотинная часть Главного плёса IV—4 в некоторых схемах называется Шекснинской горловиной, в других схемах Сбросным плёсом. Этот участок морфологически достаточно обособлен, чтобы считать его самостоятельным пятым плёсом водохранилища. Но по нашему мнению, его надо считать только частью Главного плёса, потому что в него преимущественно поступают водные массы уже трансформированные в Главном плёсе, которые произошли после смешения в водохранилище волжской, моложской, шекснинской воды с водами многочисленных малых рек и ручьев, впадающих в Рыбинское водохранилище.



В Главный плёс с запада впадают реки: Вая, Чеснава, Сить и Сёбла; с севера — Яна и Искра; с востока — Маткома, Конгора, Согожа и Ухра. Кроме того, здесь же впадает много речек и ручьев, не обозначенных на картосхеме. Относительно наиболее многоводны из них реки Сить, впадающая с запада, и Согожа — с востока.

Площадь бассейна Сити у Игнатова  $1760 \text{ км}^2$ . Средние годовые расходы воды в этой реке варьируют от 3 до  $29 \text{ м}^3/\text{сек}$ . Наибольший средний месячный расход  $112 \text{ м}^3/\text{сек}$  был отмечен в апреле 1962 г., наименьший средний месячный —  $0,48 \text{ м}^3/\text{сек}$  в феврале 1954 г.

Площадь бассейна р. Согожи у г. Пошехонье-Володарска  $2900 \text{ км}^2$ . Ряд наблюдений у этого поста короткий, не достаточный для вычисления достоверных средних многолетних величин. В отдельные годы во время весеннего половодья здесь отмечались расходы воды от 108 до  $185 \text{ м}^3/\text{сек}$ .

#### ЛИТЕРАТУРА

- Атлас Вологодской области. Изд. ГУГиК. М. 1965.  
Атлас Калининской области. Изд. ГУГиК. М. 1964.  
Атлас Ярославской области. Изд. ГУГиК. М. 1964.  
Ауслендер В. Г. История развития Молого-Шекснинского озера. Сб. История озер северо-запада. Материалы I симпозиума по истории озер северо-запада СССР. Изд. Геогр. общ. СССР. Л. 1965.  
Бакулин К. А. Морфометрические характеристики Рыбинского водохранилища. Сб. Биологические и гидрологические факторы местных перемещений рыб в водохранилищах. Тр. Инст. биол. внутр. вод, вып. 16 (19). Изд. «Наука». Л. 1968.  
Берг Л. С. Аральское море. Изв. Туркест. отд. Рус. геогр. общ., V. 1908.  
Буторин Н. В. К изучению водных масс Рыбинского водохранилища. Сб. Динамика водных масс водохранилищ. Тр. Инст. биол. внутр. вод, вып. 7 (10). Изд. АН СССР. М.—Л. 1965.  
Вендров С. Л. Роль водохранилищ в преобразовании природы. Изв. АН СССР, сер. геогр., № 4. 1961.  
Вендров С. Л., Гангардт Г. Г., Геллер С. Ю., Коренистов Д. В., Саруханов Г. Л. Проблема преобразования и использования водных ресурсов Волги и Каопия. Матер. к IV съезду Геогр. общ. СССР. Симпоз. А. Изд. Геогр. общ. СССР. Л. 1964.  
Вендров С. Л., Малик Л. К. Опыт определения влияния крупных водохранилищ на местный климат. Изв. АН СССР, сер. геогр., № 4. 1964.  
Вендров С. Л., Дьяконов К. Н., Малик Л. К., Ретеюм А. Ю. Влияние существующих и проектируемых водохранилищ зоны избыточного увлажнения на местный климат. Вопросы географии, сб. 73. М. 1968.  
Владыченский С. А. Влияние водохранилищ на почвы. «Почвоведение», № 9. 1958.  
Гушина Л. А. Некоторые особенности распространения температуры воздуха в районе Рыбинского водохранилища. Сб. работ Рыбинской гидромет. обсерватории, вып. 2. Гидрометеоиздат. Л. 1965.  
Гушина Л. А. Ветровой режим Рыбинского водохранилища. Сб. Гидрометеорологический режим Верхне-Волжских водохранилищ. Рыбинск. гидромет. обсерв., вып. 3. Гидрометеоиздат. Л. 1966-а.  
Гушина Л. А. Распределение осадков в районе Рыбинского водохранилища. Сб. гидрометеорологический режим Верхне-Волжских водохранилищ. Рыб. гидромет. обсерв., вып. 3. Гидрометеоиздат. Л. 1966-б.  
25 лет Угличской и Рыбинской ГЭС. Сб. под ред. Н. А. Малышева и М. М. Мальцева. Изд. «Энергия». М.—Л. 1967.



Деттяревский В. К. Физико-географическое районирование Ярославской области. Ученые записки Яросл. гос. педагог. инст., т. 20, ч. 2. Ярославль. 1958.

Дзердзеевский Б. А., Витвицкая З. М., Курганская В. М. Типизация циркуляционных механизмов в северном полушарии. Тр. научно-иссл. уч-режд. гидрометслужбы, сер. 2, вып. 21. Гидрометеиздат. Л. 1946.

Дьяконов К. Н., Ретеюм А. Ю. Местный климат Рыбинского водохранилища. Изв. АН СССР, сер. геогр., № 4. 1964.

Иванов А. Н., Новский В. А. Геологическое строение и полезные ископаемые. Сб. Природа и хозяйство Ярославской области, ч. 1, Природа. Ярославск. книжн. изд. Ярославль. 1959.

Калецкая М. Л., Кутова Т. Н., Немцев В. В. Всплывшие торфяники северной части Рыбинского водохранилища. Тр. Дарвинского гос. заповедника, вып. 5. Вологда. 1959.

Куражковский Л. Н. О затопленных лесах Рыбинского водохранилища. Сб. Рыбинское водохранилище. Изд. МОИП. 1953.

Лифанов И. А. Организация чаши водохранилища. Госэнергоиздат. М.—Л. 1946.

Марков К. К., Гричук М. П., Лазуков Г. И. Основные закономерности развития природы территорий СССР в четвертичный период, часть I. Изд. МГУ. М. 1961.

Москвитин А. И. Молого-Шекснинское межледниковое озеро. Тр. Инст. геолог. наук АН СССР, вып. 88, 1947.

Основные гидрологические характеристики, т. 10, Верхне-Волжский район. Из серии: Ресурсы поверхностных вод СССР. Гидрометеиздат. Л. 1967.

Тачалов С. Н. Динамика изменения площадей затопленной древесной растительности и торфяных славин на Рыбинском водохранилище. Сб. работ Рыбинской гидрометеорологической обсерватории, вып. 2. Гидрометеиздат. Л. 1965.

Физико-географический атлас мира. Изд. ГУГК. М. 1964.

Физико-географическое районирование Нечерноземного центра. Под редакцией Н. А. Гвоздецкого и В. К. Жучковой. Изд. МГУ. М. 1963.

Физико-географическое районирование СССР. Карта, составленная научным коллективом МГУ под руководством Н. А. Гвоздецкого. Изд. ГУГК. М. 1967.

Фортунатов М. А. Опыт применения самолета и вертолета для изучения Рыбинского водохранилища. Бюлл. Инст. биол. водохр. АН СССР, № 2. 1958.

Фортунатов М. А. Цветность и прозрачность воды Рыбинского водохранилища как показатели его режима. Тр. Инст. биол. водохр. АН СССР, вып. 2 (5). 1959.

Фортунатов М. А. Народно-хозяйственное назначение и использование Рыбинского водохранилища. Наст. сборник.

Penck A. Morphologie der Erdoberfläche, Bd. 11, Stuttgart. 1894.



М. А. ФОРТУНАТОВ

## НАРОДНОХОЗЯЙСТВЕННОЕ НАЗНАЧЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Основная задача, которая была поставлена при строительстве Рыбинского водохранилища, заключалась в создании водоема с полезной емкостью 14—16 км<sup>3</sup>, при общем объеме 25—26 км<sup>3</sup>. Запас воды, аккумулированной в водохранилище, может использоваться для нужд нескольких отраслей народного хозяйства, обслуживаемых Волжским каскадом. При проектировании каскада в первую очередь принимались в расчет интересы энергетики и водного транспорта (Авакян, Шарапов, 1967).

Помимо выработки дешевой гидравлической энергии на самой Рыбинской ГЭС, вода, прошедшая через турбины этой станции, улучшает работу гидроузлов, расположенных в средней и нижней частях Волжского каскада. Кроме того, попуски воды, сбрасываемой из Рыбинского водохранилища, обеспечивали и еще теперь обеспечивают бесперебойное плавание речных судов в еще незарегулированных участках Волги.

Помимо основных задач, для решения которых создано Рыбинское водохранилище, то-есть энергетики и транспорта, оно используется как рыбохозяйственное угодье\*, как источник водоснабжения, как участок на пути лесосплава и как объект рекреационного использования.

Для строительства водохранилища была выбрана впадина Молого-Шекснинской низины, в которой во время последнего оледенения было расположено обширное древнее озеро, питавшееся водами таявшего ледника. Использование этой естественной чаши позволило создать искусственный водоем, общий объем воды которого достигает 25,4 км<sup>3</sup>, а при форсированном заполнении до 27 км<sup>3</sup>.

Полезная емкость водохранилища при его заполнении до нормального подпорного уровня равняется 14,4 км<sup>3</sup>. При небольшом форсировании, которое нередко имеет место в многоводные годы, полезная емкость увеличивается до 16,7 км<sup>3</sup> (Вендров, Гангардт и другие, 1964). При максимальном форсировании, которое

\* Рыбохозяйственное использование водохранилища в настоящей статье не рассматривается, поскольку оно подробно изложено в Рыбопромышленном атласе Рыбинского водохранилища (1963).



может быть осуществлено при существующих габаритах плотины, полезная емкость на короткое время может быть доведена до  $18,6 \text{ км}^3$ . Предусмотренная проектом полезная емкость Рыбинского водохранилища  $14,4 \text{ км}^3$  составляет  $20,1\%$  суммарной полезной емкости всех волжских водохранилищ.

### Рыбинский гидроузел \*

Рыбинский гидроузел состоит из двух плотин — Волжской и Шекснинской, гидроэлектростанции и судоходного шлюза. Волжская плотина построена выше Рыбинска у поселка Переборы. Здесь расположен однокамерный двухниточный шлюз, который обеспечивает пропуск речных судов большого тоннажа с осадкой до  $4 \text{ м}$  \*\*. Этот шлюз считается лучшим в СССР по своей конструкции и эксплуатационным показателям. Его напор достигает  $18 \text{ м}$ .

Волжская плотина состоит из глухой намывной плотины длиной  $524 \text{ м}$  и бетонной водосливной длиной  $104 \text{ м}$ . Наибольшая высота плотины  $27 \text{ м}$ . Максимальный статический напор до  $22 \text{ м}$ .

Шексна перегорожена земляной плотиной, створ которой расположен на расстоянии  $2,6 \text{ км}$  выше места впадения этой реки в Волгу. Длина плотины  $470 \text{ м}$ , высота до  $35 \text{ м}$ . В состав шекснинского комплекса сооружений входит здание Рыбинской гидроэлектростанции.

Средний многолетний расход Волги у Рыбинска  $1100 \text{ м}^3/\text{сек}$ , минимальный  $438 \text{ м}^3/\text{сек}$  (в 1921 г.), максимальный  $1608 \text{ м}^3/\text{сек}$  (в 1899 г.). Общая пропускная способность гидроузла достигает  $9150 \text{ м}^3/\text{сек}$ . В катастрофически многоводные годы, повторяемость один раз в тысячелетие, возможно повышение уровня водохранилища на  $1,4 \text{ м}$  выше нормального подпорного горизонта.

За 25 лет эксплуатации с 1942 по 1966 г. холостые сбросы через плотину производились два раза — в 1955 и в 1966 г. В 1955 г. объем весеннего половодья равнялся  $34,2 \text{ км}^3$  при максимальном притоке  $16400 \text{ м}^3/\text{сек}$ . Холостой сброс равнялся  $1,147 \text{ км}^3$ . В 1966 г. объем половодья равнялся  $29,2 \text{ км}^3$ , максимальный приток —  $11500 \text{ м}^3/\text{сек}$ , холостой сброс —  $1,325 \text{ км}^3$ .

В среднем за десятилетие 1956—1965 гг. на выработку электроэнергии расходовалось  $92,2\%$  всей воды, поступавшей в Рыбинское водохранилище. В отдельные годы эта величина колебалась от  $86,5$  до  $95\%$ . На шлюзование затрачивалось от  $1,0$  до  $2,6\%$ , в среднем  $1,6\%$  воды, запасенной в водохранилище. Потери на фильтрацию колебались от  $0,7$  до  $1,6\%$ , в среднем  $1\%$ . Потери на испарение от  $3,3$  до  $9,3\%$ , в среднем  $5,2\%$  (табл. 1).

\* Сведения о Рыбинском узле заимствованы из Атласа «Большие плотины СССР» (1962) и юбилейного сборника «25 лет Угличской и Рыбинской ГЭС» (1967).

\*\* Фактически, в настоящее время наибольшая осадка волжских судов  $3,6 \text{ м}$ .



**Распределение использования и потерь воды, поступающей  
в Рыбинское водохранилище за период 1956—1965 гг. (в км<sup>3</sup>)**

Приток	Суммарный приток за год	Израсходовано			
		на выра- ботку электро- энергии	на шлю- зование	на фильт- рацию	на испа- рение
Наименьший	20,33	17,60	0,31	0,29	1,45
Наибольший	43,66	41,07	0,64	0,39	2,32
В среднем	32,96	30,37	0,53	0,34	1,73

Примечание: Данные из сборника «25 лет Угличской и Рыбинской ГЭС», 1967, стр. 113.

### Энергетическое использование водохранилища

Значение Рыбинского водохранилища для энергетического хозяйства СССР складывается из выработки электроэнергии на самой Рыбинской электростанции и использования воды, аккумулируемой в Рыбинском водохранилище электростанциями Волжского каскада, расположенными ниже Рыбинска.

В годы Отечественной войны роль Рыбинской станции в снабжении электроэнергией Москвы и подмосковного индустриального комплекса была исключительно велика, поскольку тепловые станции часто простаивали в результате перебоев в снабжении топливом.

Установленная мощность Рыбинской ГЭС при нормальном напоре равна 330 тыс. *квт*. Напор не остается постоянным и варьирует от 11,7 до 17,0 м.

Средняя многолетняя выработка электроэнергии Рыбинской ГЭС по проекту равна 1052 млн. *квт/ч* с возможным колебанием от 441 до 1600 млн. *квт/ч*. Фактически станция выработала с 1942 по 1965 год, включительно, 23194 млн. *квт/ч*. На полную мощность станция работает с 1951 г., когда были пущены все шесть агрегатов. Средняя годовая выработка энергии за этот период (1951—1965) равна 1037 млн. *квт/ч*, а учитывая энергию, затрачиваемую на возбуждения генераторов, 1048 млн. *квт/ч* (Юбилейный сборник «25 лет Угличской и Рыбинской ГЭС», 1967, стр. 119—120).

В настоящее время сработка полезного объема Рыбинского водохранилища производится преимущественно для выравнивания пиковых нагрузок в объединенной электросети Европейской части СССР. Станция автоматически включается, когда возникает дополнительная потребность в энергии и выключается, когда тепловые электростанции, работающие на базисном режиме, могут удовлетворить потребность в энергии. Поэтому средняя выработка энергии зависит как от многоводности отдельных лет, так и от колебаний потребности в электроэнергии. Чтобы избе-



жать холостых сбросов воды в наиболее многоводные годы станция временно переводится на базисный график. Такими годами были 1953 г., когда было выработано 1487 млн. *квт/ч*, 1955 — 1367 млн. *квт/ч* и 1962 г. — 1295 млн. *квт/ч*.

Работа ГЭС согласно пиковому графику неизбежно отражается на колебании расходов воды в нижнем бьефе, а тем самым на всем гидрологическом режиме нижнего бьефа. Во второй половине ночи обычно работают не все агрегаты и расходы воды уменьшаются с тысяч до нескольких сот  $\text{м}^3/\text{сек}$ . При полной остановке ГЭС расходы понижаются до 5  $\text{м}^3/\text{сек}$ . Неравномерность расходов сильно затрудняет работу водного транспорта и городского водоснабжения города Рыбинска, расположенного в нижнем бьефе.

Как уже было сказано выше, значение Рыбинского водохранилища для выработки электроэнергии не ограничивается работой Рыбинской ГЭС. Вода, сбрасываемая через Рыбинский гидроузел, улучшает работу гидростанций, расположенных в средней и нижней частях Волжского каскада. Суммарное увеличение выработки электроэнергии гидростанциями Волжского каскада за счет использования воды, зарегулированной Рыбинским водохранилищем, приблизительно равно 10 млрд. *квт/ч* в год (Непорожний, 1967).

### Водный транспорт и лесосплав

Создание Рыбинского водохранилища, обладающего колоссальной полезной емкостью, имеет исключительно большое значение для реконструкции водного транспорта в СССР. Еще в до-революционные годы грузооборот Волжско-Камского пароходства достигал 25 млрд. *т км*. В это время Рыбинск был конечным пунктом движения речных судов большого тоннажа и местом перевалки грузов с больших волжских судов на малые суда, которые плавали по Верхней Волге, Шексне и Мариинской судоходной системе. Большая часть грузов в Рыбинске перегружалась на железную дорогу.

Коренная реконструкция водных путей в пределах Верхнего Поволжья стала абсолютно необходимой в связи со строительством канала имени Москвы, а позднее с устройством глубоководного Волго-Балтийского пути.

Образование обширного озеровидного водоема, пересекаемого судовыми ходами, сократило длину водного пути от Рыбинска до Череповца с 242 *км* до 165 *км*, от Рыбинска до Весьегонска с 166 *км* до 126 *км*. Подпор водохранилища при НПУ распространяется: по Волге на 120 *км* и доходит до Угличской плотины; по Шексне — на 326 *км* до Череповецкой; по Мологе — на 226 *км* до устья р. Чагоды; по Суде на 53 *км* — до устья р. Печники (Шмерлинг, Буторов и др., 1952).

Рыбинское водохранилище является одним из важнейших участков и узлов глубоководного Волго-Балтийского пути, тем местом, где этот водный путь разветвляется по двум направлениям — на юго-запад к Москве и на север, через Онежское озеро



по Свири и Неве к Ленинграду, а по Беломорскому каналу к Белому морю.

По Волго-Балтийскому пути через Рыбинское водохранилище с юга на север перевозятся нефтепродукты, продукция химической промышленности, металлолом для Череповецкого металлургического завода, зерно, соль и ряд других товаров. С севера на юг суда везут с Кольского полуострова апатиты и продукты переработки нефелина, а также лес из Карельской АССР и западной части Вологодской области (Матлин, 1961).

Перевозка леса через Рыбинское водохранилище частично осуществляется сплавом плотов, буксируемых пароходами, частично на самоходных баржах-лесовозах. Первые годы после образования водохранилища большое количество плотов выходило из строя во время штормов. В то время еще не была налажена служба краткосрочных прогнозов погоды, которые теперь передаются по радио из Рыбинской гидрометеорологической обсерватории.

Насколько существенно учитывать шторма в Рыбинском водохранилище видно из табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Продолжительности штормовой погоды в Рыбинском водохранилище за период 1955—1962 гг.  
(по данным Л. И. Гушиной, 1966)

Продолжительность	V	VI	VII	VIII	IX	X	Сумм
Часов	183	229	266	292	352	402	1684
Процент от всего времени	24,7	30,8	31,4	39,3	46,6	54,1	38,1

Высота волн в Рыбинском водохранилище нередко достигает 1,5 м, а иногда превышает 2,5 м. Штормовая погода занимает в среднем 38% всего навигационного периода, а в осенние месяцы — 47—54%. Изменение условий судоходства потребовало замены речных судов на озерные, частично пригодные и для каботажного плавания в море.

В настоящее время вместо барж грузоподъемностью 600—1000 т широкое применение получили самоходные баржи, то есть грузовые теплоходы с осадкой до 3—3,5 м, принимающие на себя по 2000—5000 т груза, а также нефтеналивные танкеры.

Поток грузов, перевозимых через Рыбинское водохранилище, год от года увеличивается. За 25 лет — с 1941 по 1965 — Рыбинским шлюзом произведено 160 тысяч шлюзований. При этом пропущено более 400 тыс. судов и плотов (Непорожний, 1967).

Кроме дальних перевозок по Волго-Балтийской водной магистрали и по пути из Нижнего Поволжья к Москве, на Рыбинском водохранилище существуют местные перевозки и пассажирские рейсы местного значения: Рыбинск — Череповец и Рыбинск — Весьегонск. Кроме того, функционируют скоростные линии Ры-



бинск — Углич и Рыбинск — Брейтово, обслуживаемые судами на подводных крыльях. По некоторым притокам водохранилища — рекам Сити, Мологе и Суде ходят катера, поддерживающие местное сообщение.

### Использование воды Рыбинского водохранилища для водоснабжения

Колоссальные ресурсы Рыбинского водохранилища, как источника снабжения городов и промышленных центров водой высокого качества, в настоящее время используются еще в слабой степени. Централизованные водопроводы, оборудованные современными сооружениями для очистки воды, до сих пор имеются только в Череповце и частично в Рыбинске. Небольшие водопроводы и водоканалы местного значения расположены также в Угличе, Весьегонске и Пошехонье-Володарске. Очистка воды на этих водоканалах ограничивается почти исключительно фильтрацией.

Череповецкий городской водопровод и водопровод Череповецкого металлургического комбината забирают воду выше города в самой верхней части Шекснинского плёса Рыбинского водохранилища. Используемая вода формируется в Шекснинском водохранилище и поступает в Рыбинское водохранилище через Шекснинскую плотину. Городской водопровод в Череповце в 1966—1967 гг. подавал в сеть примерно 70 тыс. м<sup>3</sup> в сутки, что составляет приблизительно 26 млн. м<sup>3</sup> в год.

Водопровод, обслуживающий промышленные предприятия, в первую очередь металлургический комбинат и мощную тепловую электростанцию, ежедневно берет из водохранилища немного более 400 тыс. м<sup>3</sup> воды, то есть 140—160 млн. м<sup>3</sup> в год. Эта величина составляет около 0,6% общего объема и около 1% полезной емкости Рыбинского водохранилища.

В Рыбинске до сих пор еще нет централизованного водоснабжения, которое могло бы обслуживать весь город и расположенные в нем промышленные предприятия. Отдельные заводы до последнего времени, кроме городского водопровода, использовали собственные водоканалы. Водопровод, обслуживающий центральную часть города, берет воду из Волги немного ниже Рыбинской ГЭС.

Качество воды у места водозабора сильно колеблется в зависимости от режима работы ГЭС. Когда станция работает на полную мощность, состав воды в нижнем бьефе почти не отличается от воды Главного плёса Рыбинского водохранилища. В такое время водопровод получает воду высокого качества. При остановке гидроэлектростанции в нижнем бьефе временно ощущается недостаток воды. При этом образуется течение противоположного направления, приносящее к месту водозабора воду, загрязненную городскими стоками. Поэтому место водозабора нового централизованного водопровода проектируется выше Рыбинской плотины.

Обобщающей монографией, которая всесторонне освещала бы проблему использования Рыбинского водохранилища для водо-



снабжения, до настоящего времени еще не опубликовано. Краткая оценка водохранилища, как высококачественного источника водоснабжения, приводится в работах С. М. Драчева (1956, 1957, 1964), А. М. Сологуб (1957, 1958) и Н. М. Казаровец (1963). По химическому составу вода удовлетворяет требованиям, предъявляемым Государственным стандартом к источникам централизованного водоснабжения (ГОСТ-2761—57), хотя и требует обязательной обработки и очистки.

Основным и наиболее трудоемким процессом очистки является понижение окрашенности воды. Окрашенность воды, поступающей в водопроводную сеть города и промышленных центров, не должна превышать 20° цветности (ГОСТ-2874—54).

Избыточная цветность воды Рыбинского водохранилища обусловлена присутствием окрашенных органических веществ, среди которых главное место занимают фульвокислоты (Скопинцев и Бакулина, 1966). Устранение цветности достигается обработкой воды специальными коагулянтами и последующим фильтрованием (Шевченко, 1966).

Окрашенность воды в различных плёсах Рыбинского водохранилища не одинакова и сильно варьирует в отдельные годы и в разные сезоны (Фортунов, 1959). В верхней части Волжского плёса и в приплотинном участке Главного плёса окрашенность воды варьирует от 30 до 90°, а в среднем близка к 50°.

Совершенно иная картина наблюдается в северной части водохранилища. В верхней части Шекснинского плёса окрашенность воды колеблется от 50 до 190°, в среднем — 50°, в Моложском — от 40 до 230°, в среднем — немного выше 100°.

При оценке качества воды как источника водоснабжения важно учитывать не только пределы варьирования и средние показатели, но также частоту повторения различных градаций окрашенности\*.

Повторяемость заполнения приплотинной части Главного плёса слабоокрашенными водами (цветность которых ниже 40°) приблизительно равняется 75%. Интенсивно окрашенные воды цветностью более 80° в этих участках встречаются в единичных случаях. Преобладание слабоокрашенных вод над другими группами окрашенности также характерно для верхней и средней частей Волжского плёса.

В противоположность этому, в северных участках водохранилища, в Моложском и Шекснинском плёсах слабоокрашенных вод совсем нет, а интенсивно и темноокрашенные встречаются в 70—80% случаев (Фортунов, 1959). Из приведенных материалов видно, насколько труднее и дороже обходится очистка воды в северной части водохранилища, например у Череповца, чем в южной — у Углича и Рыбинска.

Второй существенный недостаток воды Рыбинского водохранилища — ее высокая окисляемость — обуславливается той же

\* Терминология для группировки вод по степени окрашенности принята та же, что в работе М. А. Фортунатова (1959).



причиной — обилием органического вещества. В составе этих веществ интенсивно окрашенное аллохтонное вещество преобладает над слабоокрашенным автохтонным, для которого Б. А. Скопинцевым предложен термин планктонный гумус (Скопинцев, 1950, 1966).

Общие закономерности распределения окисляемости воды в различных частях акватории и ее варьирования в течение года практически аналогичны варьированию окрашенности. Точно также методы понижения окисляемости в процессе очистки воды те же, какие применяются для понижения цветности.

Третий дефект воды Рыбинского водохранилища как источника водоснабжения заключается в несколько повышенной мутности. Согласно Государственному стандарту (ГОСТ 2761—57, 2874—54) мутность воды, используемой для питьевого водоснабжения в современных централизованных водопроводах, не должна превышать 2 мг/л. В исключительных случаях, по согласованию с санитарной инспекцией, в водопроводах, не оборудованных современными средствами водоочистки, допускается повышение мутности до 3 мг/л.

По данным, обработанным Н. А. Зиминовой и В. П. Курдиным (Зиминова, 1963; Зиминова и Курдин, 1968; Курдин и Зиминова, 1970), столь малые величины мутности в открытой части Главного плёса отмечены только в конце зимы. На Рыбинской ГЭС, рядом с которой расположен водозабор рыбинского водопровода, средняя месячная мутность в марте равна 3,0 мг/л, в апреле — 2,3 мг/л. Наибольшая мутность в этом районе наблюдается осенью: в сентябре — 8,4 мг/л, в октябре — 12,1 мг/л, в ноябре — 6,9 мг/л. Основная причина повышения мутности в открытой части водохранилища именно в осенние месяцы обуславливается взмучиванием донных отложений водохранилища во время осенних штормов.

Совершенно иная картина наблюдается в верхней части Волжского плёса в участках, прилегающих к Угличской ГЭС и в средней части плёса. Здесь наименьшая мутность имеет место в середине зимы: в январе — 2,6 мг/л, в феврале — 2,5 мг/л. Наибольшая мутность наблюдается во время весеннего половодья: в апреле — 20,4 мг/л, в мае — 9,0 мг/л.

В верхней части Шекснинского плёса, где находится водозабор Череповецкого водопровода, сезонные изменения мутности воды характеризуются своеобразными особенностями, обусловленными режимом Шекснинского водохранилища, из которого вода сбрасывается в Шекснинский плёс Рыбинского водохранилища. Наименьшая мутность воды у Шекснинского гидроузла отмечается в конце осени и начале зимы: в ноябре — 2,3 мг/л, в декабре — 2,1 мг/л, в январе — 3,5 мг/л. Наибольшая мутность в конце зимы: в феврале — 5,3 мг/л, в марте — 5,4 мг/л.

В Шекснинском водохранилище в осенние месяцы поддерживается высокий уровень воды, необходимый для водного транспорта. Сработка воды производится в конце зимы.



Из приведенных данных видно, что сезонные графики работы водоочистительных сооружений в разных участках водохранилища должны значительно различаться в зависимости от особенностей режима отдельных плёсов.

По своему ионному составу и общему количеству растворенных минеральных веществ вода Рыбинского водохранилища в пределах всей его акватории и во все времена года пригодна для централизованного коммунального водоснабжения. Сезонные колебания жесткости не выходят за пределы государственного стандарта (табл. 3).

Т а б л и ц а 3

Общая жесткость воды в Рыбинском водохранилище. Средние многолетние показатели *мг-экв/л* по Ф. И. Безлеру и В. Л. Кожаре

Участок водохранилища	Зима	Весна	Лето	Осень
Волжский плёс у Мышкина	2,90	1,66	1,90	2,32
Главный плёс западная часть	3,30	1,21	1,51	1,72
Главный плёс центральная часть	2,95	1,93	1,63	1,72
Главный плёс восточная часть	2,44	1,95	1,63	1,60

Зимой в пределах всего водохранилища наблюдается некоторое повышение жесткости до 2,44—3,30 *мг-экв/л*. После весеннего половодья жесткость снижается до 1,21—1,95 *мг-экв/л*. Осенью жесткость воды опять повышается, причем раньше в речных плёсах, а потом в Главном. В верхних частях Моложского и Шекснинского плёсов жесткость воды немного ниже, чем в Главном и Волжском.

Можно упомянуть еще один недостаток воды Рыбинского водохранилища, как источника питьевого водоснабжения, в ней недостает фтора и особенно йода (Коновалов и др., 1965). Этот дефект характерен для обширной геохимической провинции, в которую входит большая часть бассейна Верхней Волги.

Оценка воды Рыбинского водохранилища для водоснабжения по бактериологическим показателям дана в работах А. М. Сологуб (1957, 1958) и Н. М. Казаровец (1963). По общему количеству бактерий, в частности по количеству сапрофитов, вода открытых участков должна быть признана удовлетворительной (Кузнецов, 1958, 1962; Кузнецов, Романенко и Карпова, 1966). Во второй половине лета в Рыбинском водохранилище в массе развиваются сине-зеленые водоросли (Гусева, 1955). В период интенсивного цветения временно осложняется обработка воды на очистных сооружениях Рыбинского водопровода.

Среди отдельных факторов, которые понижают качество воды в прибрежной полосе, необходимо отметить следующие: сточные воды поселков, сброс в водохранилище стоков промышленных предприятий, загрязнение под воздействием судоходства; порчу воды в результате смыва с берегов минеральных удобрений и других химикатов, применяемых в сельском хозяйстве.



При рассмотрении вопроса о влиянии населенных пунктов на качество воды особого внимания на побережье Рыбинского водохранилища заслуживает г. Череповец. В настоящее время этот город насчитывает свыше 250 тысяч жителей. Большая часть сточных вод собирается канализационной сетью и проходит полный цикл биологической очистки на современных очистных установках. Очищенные воды сбрасываются в Шекснинский плес в черте города. Однако известная часть неочищенных вод до сих пор попадает в р. Ягорбу и далее в водохранилище.

Кроме городских сточных вод в районе Череповца в водохранилище сбрасываются стоки промышленных предприятий, среди которых главную роль играют Череповецкий металлургический завод и тепловая электростанция. Общее количество сточных вод в этом районе определяется величиной немного более 400 тысяч  $\text{м}^3$  в сутки.

Под воздействием процессов самоочищения, органическое вещество, вносимое в водохранилище с городскими стоками, сравнительно быстро разбавляется и минерализуется. На расстоянии трех-четырех километров ниже города вода по химическим показателям уже не отличается от остальных участков Шекснинского плеса (Скопинцев и Бакулина, 1966; Былинкина и Петухова, 1970). Однако по сведениям, сообщенным Г. В. Кузьминым по составу фитопланктона, небольшие следы повышенной сапробности можно проследить даже ниже устья р. Суды вплоть до Любеча, Вичелова, а в редких случаях даже до Мяксы.

В других районах побережья загрязненные участки меньшей площади встречаются у Углича, Пошехонья-Володарска и Перевор. Население Углича в последние годы достигло 40 тысяч жителей. Относительно заметное влияние на загрязнение сточных вод этого города оказывают сыроваренные заводы. В Угличе нет очистных сооружений, обеспечивающих непрерывную очистку сбрасываемых вод. Сточные воды непосредственно поступают в водохранилище ниже Углической плотины. Однако сколько-нибудь постоянного загрязненного участка здесь не образуется, поскольку в нижнем бьефе почти всегда имеет место стоковое течение. Загрязненные воды уносятся вниз по течению и смешиваются с чистыми водами Волжского плеса.

Небольшой город Пошехонье-Володарск находится на восточном берегу Рыбинского водохранилища в глубоко вдающемся в материк заливе. В этот залив впадает река Согожа. Население города не превышает 10 тысяч жителей. Из промышленных предприятий имеется сыроваренный и лесопильный заводы. Расходы р. Согожи в меженное время не превышают 2—8  $\text{м}^3/\text{сек}$ . Поэтому летом эстуарий этой реки ниже города заметно загрязнен. Весной расходы воды в Согоже нередко превышают 100  $\text{м}^3/\text{сек}$ , что обеспечивает достаточное разведение сточных вод. Осенью в период понижения уровня загрязненные воды выносятся за пределы эстуария. Для обеспечения качества воды необходимо усилить



контроль за санитарным состоянием прибрежной полосы и оборудовать водопровод современными очистными сооружениями.

Поселок Переборы в настоящее время включен в состав города Рыбинска. В этом участке города, омываемом водами Рыбинского водохранилища, не расположено промышленных предприятий, существенно влияющих на состав воды водохранилища.

Большие трудности представляет охрана от загрязнения той части города, где расположен водозабор городского водопровода, о чем уже было сказано при рассмотрении влияния суточного графика работы ГЭС.

Загрязнение воды, обусловленное развитием водного транспорта в Рыбинском водохранилище, до настоящего времени сказывается только у пристаней и в судоходных шлюзах у Череповца и Рыбинска. Там почти всегда можно наблюдать участки, покрытые нефтяной пленкой. В открытых участках водохранилища влияние водного транспорта на качество воды ничтожно.

В настоящее время появился новый источник загрязнения поверхностных вод, обусловленный поступлением в водоем минеральных удобрений. В Рыбинском водохранилище за последние годы два раза происходили заморы рыбы в результате смыва в воду азотосодержащих удобрений, которые, предположительно из-за недостатка складских помещений, хранились в кучах на берегу и были смыты дождями. Такие случаи имели место в Пошехонском и в Весьегонском районах.

### **Охрана природы на берегах Рыбинского водохранилища**

Из учреждений, задачей которых является охрана природы на берегах Рыбинского водохранилища, в первую очередь надо указать на Дарвинский государственный заповедник.

Дарвинский заповедник расположен на большом полуострове в северо-западной части водохранилища, в пределах Череповецкого района Вологодской и Брейтовского района Ярославской областей.

Заповедник занимает площадь в 112,6 тыс. га, из которых 67,2 тыс. га приходится на сушу и 45,4 тыс. га на прибрежные участки акватории.

Заповедник организован со специальной целью охраны и изучения природы в новых условиях, создаваемых огромным искусственным водоемом. Здесь, впервые в нашей стране, начаты исследования самого водохранилища и его воздействия на почвы, растительность и животный мир прибрежных территорий. В заповеднике проводятся комплексные научные исследования по широкой программе, регулярно издаются научные труды и популярные статьи. Научные исследования, проводимые в заповеднике, имеют большое значение для проектирования и эксплуатации других водохранилищ в сходных географических условиях.

Дарвинский заповедник работает в тесном контакте с Московским и Ленинградским университетами, Институтом географии



АН СССР, Институтом биологии внутренних вод АН СССР, Почвенным институтом им. Докучаева и рядом других учреждений.

На берегах Рыбинского водохранилища имеются также два заказника, организованные для поддержания и увеличения численности водоплавающих птиц. Один расположен в Некоузском районе Ярославской области и находится в ведении Института биологии внутренних вод АН СССР, второй — в Югском заливе — организован Рыбинским охотничьим обществом.

Кроме того, ряд функций, имеющих важное значение в охране природы, осуществляется специальными органами надзора: здравоохранения, лесного, охотничьего и рыбного хозяйств и другими.

### Рекреационное использование водохранилища

В настоящее время ресурсы Рыбинского водохранилища далеко не полно используются с культурно-бытовыми целями. Из различных форм рекреационного использования широкое распространение имеют любительское и спортивное рыболовство в прибрежных участках и охота на водоплавающую дичь.

В течение одного месяца после наступления ледостава и одного перед таянием льда в прибрежной полосе водохранилища, в заливах и нижних участках рек производится массовый любительский лов рыбы. Ловятся, главным образом, окунь, щука и плотва.

Точного учета количества рыболовов-любителей не производится, но ориентировочно можно сказать, что это число не менее 10 тысяч и не более 15 тысяч человек. Любительский лов в меньшем масштабе производится в течение всего периода ледостава. Летом любительский лов незначительный и ограничивается небольшим числом спортсменов-спиннингистов. Общее количество рыбы, вылавливаемой рыбаками-любителями во всем водохранилище, вероятно, немного превышает 5 тысяч центнеров в год. В последнее время число рыболовов-любителей, посещающих водохранилище, с каждым годом увеличивается.

Все побережье Рыбинского водохранилища в настоящее время распределено и закреплено за различными охотничьими обществами. Исключение составляет только береговая линия в пределах Дарвинского заповедника, участки, прилегающие к сооружениям Угличского, Шекснинского и Рыбинского гидроузлов, пристаней, а также расположенные в черте городов Углича, Весьегонска, Череповца, Пошехонья, Рыбинска и других прибрежных поселков.

Наиболее успешная охота на водоплавающих птиц производится в начале осени, во время скоплений уток на мелководье перед отлетом, а также во время осеннего перелета.

Использование Рыбинского водохранилища, как места для летнего отдыха на его берегах, для водного спорта и туризма до настоящего времени относительно невелико. Большое количество туристов и пассажиров, отдыхающих в плавучих домах отдыха,



ежегодно пересекают водохранилище на пути из Москвы к Волго-Балтийскому водному пути и из Москвы в Нижнее Поволжье.

Многочисленные, преимущественно школьные экскурсии, посещают в северной части водохранилища Дарвинский заповедник, а в южной — посёлок Академии наук СССР в Борке Некоузского района, где находится Институт биологии внутренних вод и мемориальный музей известного революционера, почетного академика Н. А. Морозова.

Из домов отдыха, расположенных на берегах Рыбинского водохранилища, наиболее широкой известностью пользуется дом отдыха «Мосэнерго» в Охотине на живописном берегу Волжского плёса.

Станций, специально оборудованных для водного спорта, располагающих флотилиями яхт, глассеров, байдарок и водных лыж до настоящего времени нет ни в одной точке побережья. Пристани, на которых туристы могут арендовать гребные лодки, имеются только в Угличе и Череповце.

Нет сомнения, что в ближайшие годы рекреационное использование побережья Рыбинского водохранилища, как места отдыха и спорта, сильно возрастет. Наиболее перспективны для этого живописные берега Волжского плёса выше Коприна, районы эстуариев рек Ухры и Согожи, западное побережье в районе Первомайских островов, почти вся береговая полоса Моложского плёса выше устья р. Себлы и некоторые участки побережья Шекснинского плёса.

#### ЛИТЕРАТУРА

Авакян А. Б., Шарапов В. А. Водохранилища гидроэлектростанций СССР. «Энергия». М.—Л. 1967.

Бакулин К. А. Морфометрические характеристики Рыбинского водохранилища. Сб. Биологические и гидрологические факторы местных перемещений рыб в водохранилищах. Тр. Инст. биол. внутр. вод, вып. 16 (19). Изд. «Наука», Л. 1968.

Большие плотины СССР. «Госэнергоиздат». М.—Л. 1962.

Безлер Ф. И., Кожара В. Л. Гидрохимический режим Верхне-Волжских водохранилищ. Серия: Ресурсы поверхностных вод СССР. Сб. Режим Верхне-Волжских водохранилищ, глава 12, Гидрометеиздат, Л. (В печати).

Былинкина А. А., Цегухова Л. А. Поступление соединений фосфора в Рыбинское водохранилище с местным стоком и сточными водами. Сб. Абиотические факторы биологического круговорота в водоемах. Тр. Инст. биол. внутр. вод, вып. 19 (22). Изд. «Наука». Л. 1970.

Вендров С. Л., Гангардт Г. Г., Геллер С. Ю., Коренистов Д. В., Саруханов Г. Л. Проблема преобразования и использования водных ресурсов Волги и Каспия. Материалы к IV съезду Географического общ. СССР. Симпозиум А. Изд. Геогр. общ. СССР. Л. 1964.

ГОСТ-2761—57 (Государственный стандарт). Требование к источнику водоснабжения. М. 1957.

ГОСТ-2874—54 (Государственный стандарт). Требование к воде подаваемой потребителю. М. 1954.

Гусева К. А. Фитопланктон Рыбинского водохранилища (сезонная динамика и распределение его основных групп). Тр. Биологической станции «Борок», вып. 2. Изд. АН СССР. М.—Л. 1955.

Гущина А. А. Ветровой режим Рыбинского водохранилища. В книге: Гидрометеорологический режим Верхне-Волжских водохранилищ. Рыбинская гидрометеорологическая обсерватория. Сб. 3, Гидрометеиздат. Л. 1966.



25 лет Угличской и Рыбинской ГЭС. Сб. под редакцией Н. А. Малышева и М. М. Мальцева. Изд. «Энергия», М. 1967.

Драчев С. М. Водохранилища и каналы как источники хозяйственно-питьевого водоснабжения. Медгиз. М. 1956.

Драчев С. М. Борьба с загрязнением рек, озер и водохранилищ промышленными стоками. Изд. «Наука». М.—Л. 1964.

Драчев С. М., Кабанов Н. М., Сологуб А. М. О влиянии затопленной растительности на качество воды. Бюлл. МОИП, отд. биологии, т. 1, № 12. 1957.

Зиминова Н. А. Количественная характеристика взвесей Рыбинского водохранилища. Сб. Биологические аспекты изучения водохранилищ. Тр. Инст. биол. внутр. вод, вып. 6 (9). Изд. АН СССР. М.—Л. 1963.

Зиминова Н. А., Курдин В. П. Режим мутности Верхней Волги в условиях зарегулированного стока. Тезисы докладов Первой конференции по изучению водоемов Волги. Тольятти. 1968.

Казаровец Н. М. Санитарно-бактериологическая характеристика вод Рыбинского водохранилища. Сб. Биологические аспекты изучения водохранилищ. Тр. Инст. биол. внутр. вод, вып. 6(9). Изд. АН СССР. М.—Л. 1963.

Коновалов Г. С., Колесникова Г. Х., Иванова А. А., Куцева П. П., Василенко Т. И. Фтор, бром, йод, марганец, медь и цинк в бассейне Волги. Гидрохимические материалы, т. 29. 1965.

Кузнецов С. И. Численность бактерий в Рыбинском водохранилище. Бюл. Инст. биол. водохр., № 1. Изд. АН СССР. М.—Л. 1958.

Кузнецов С. И. Численность бактерий в Рыбинском водохранилище в 1959 и 1960 гг. Бюлл. Инст. биол. водохр., № 13. Изд. АН СССР. М.—Л. 1962.

Кузнецов С. И., Романенко В. И., Карпова Н. С. Численность бактерий и продукция органического вещества в водной массе Рыбинского водохранилища в 1963 и 1964 гг. Сб. Круговорот органического вещества во внутр. водоемах. Тр. Инст. биол. внутр. вод, вып. 13(16). Изд. «Наука». М.—Л. 1966.

Курдин В. П., Зиминова Н. А. К определению стока взвешенных веществ из Рыбинского водохранилища. Сб. Абиотические факторы биологического круговорота в водоемах. Тр. Инст. биол. внутр. вод, вып. 19(22). Изд. «Наука». М.—Л. 1970.

Матлин Г. М. Единая глубоководная система европейской части СССР. Речной транспорт, № 10. 1961.

Непорожний П. С. Предисловие к сборнику «25 лет Угличской и Рыбинской ГЭС». Изд. «Энергия». М.—Л. 1967.

Рыбпромысловый атлас Рыбинского водохранилища. Инст. биол. внутр. вод и Рыбинский рыбпромрыбхоз. трест. Ярославль. 1963.

Скопинцев Б. А. Органическое вещество в природных водах (водный гумус). Тр. Гос. океанограф. Инст., вып. 17(29). Гидрометеиздат. М.—Л. 1950.

Скопинцев Б. А. и Бакулина А. Г. Органическое вещество в водах Рыбинского водохранилища в 1964 г. Сб. Продуктирование и круговорот органического вещества во внутр. водоемах. Тр. Инст. биол. внутр. вод, вып. 13(16). Изд. «Наука». М.—Л. 1966.

Скопинцев Б. А. и Бакулина А. Г. Новые данные по изучению органического вещества в водах Рыбинского водохранилища (настоящий сборник).

Сологуб А. М. Гигиеническая оценка Рыбинского водохранилища в районе Череповца. Гигиена и санитария, № 11, 1957.

Сологуб А. М. Гигиеническая оценка Рыбинского водохранилища как источника централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Автореферат диссертации. Академия Медицинских наук СССР. М. 1958.

Фортунатов М. А. Цветность и прозрачность воды Рыбинского водохранилища как показатели его режима. Тр. Инст. биол. водохранилищ, вып. 2(5). Изд. АН СССР. М.—Л. 1959.

Шевченко М. А. Органическое вещество в природной воде и методы его удаления. Изд. «Наукова думка». Киев. 1966.

Шмерлинг И. Е., Буторов П. Д., Лебедев А. А., Баранов А. Н. Опыт эксплуатации Рыбинского водохранилища. Изд. Мин. речного флота. М. 1952.



Б. А. СКОПИНЦЕВ, А. Г. БАКУЛИНА

## НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО ИЗУЧЕНИЮ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ВОДАХ РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

### Методика работы

В 1963—1969 гг. в Рыбинском водохранилище проводилось определение содержания в воде органического вещества, как обычными методами (перманганатная окисляемость в кислой среде и цветность), так и более современными методами: определение органического углерода и бихроматной окисляемости (Скопинцев и Бакулина, 1966 а, б).

Данные по органическому углероду позволяют получить более верное представление о содержании органического вещества в водоеме, так как на основании прежних исследований можно полагать, что в составе органического вещества природных вод на долю углерода приходится около 50% (Скопинцев, 1950 а).

Определение бихроматной окисляемости дает представление о количестве кислорода, необходимого для полного окисления органического вещества природных вод, при условии отсутствия в воде минеральных восстановителей, и в частности, хлоридов. При содержании последних до 10—12 мг/л, их влияние на результаты очень мало; в воде Рыбинского водохранилища количество хлоридов не выше нескольких миллиграммов в 1 литре.

Все указанные определения проводились как в натуральной (нефильтрованной) воде<sup>1</sup>, так и в воде, фильтрованной через стеклянный фильтр № 4 со слоем  $\text{BaSO}_4$  толщиной в 1 мм и при отсасывании с разряжением до 0,5 атм. Как показали расчеты (Скопинцев и Бакулина, 1966 а) диаметр пор таких фильтров  $\leq 10$  мкм. Этот прием позволяет получить данные по содержанию органического вещества во взвешенных частицах и крупных коллоидных образованиях.

Органический углерод определялся по Л. П. Крыловой (1956) в сухих остатках проб воды, выпаренных при 60°C; для разрушения бикарбонатов вносилось 0,05 норм.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  в количестве, эквивалентном щелочности воды. Как показали исследования, при

<sup>1</sup> Для определения цветности натуральной воды, последняя освобождается от крупных взвесей путем фильтрации через неплотный бумажный фильтр (Драчев и др., 1960).



таким упариванием воды Рыбинского водохранилища потеря органического вещества (по углероду) в среднем составляет 13 процентов от валового (т. е. от суммы углерода сухого остатка и углерода летучей фракции органического вещества).

Для определения бихроматной окисляемости, обеспечивающей практически полное окисление органического вещества природных вод, применялся вариант метода И. В. Тюрина (Николаева, 1953). И в данном случае воду предварительно упаривают досуха, не разрушая бикарбонаты; недавно приведенные контрольные определения (Монакова и Скопинцев, 1969) показали, что возможная потеря органического вещества в среднем составляет менее 5% от валового (по углероду).

### **Содержание органического вещества в водах Рыбинского водохранилища в годы с разной высотой уровня**

#### *Маловодные годы (1963—1964)*

Изучение органического вещества в 1963 г. проводилось в августе и сентябре в одной (центральной) точке водохранилища (Городок) и в 1964 г. по всей акватории: в феврале — марте (11 станций), апреле (8 станций), мае (16 станций), августе (15 станций) и в ноябре (15 станций). Эти станции были расположены как в открытой части водохранилища, так и в трех его плёсах (Волжский, Моложский и Шекснинский). Пробы воды отбирали в верхнем (0,5 м) слое и на расстояниях 1—2 м от дна.

Зима 1963/64 г. была несуровая, весна поздняя, а 1964 г. для водохранилища был самый маловодный за все время его существования; летом и осенью не было затяжных дождей; это должно было уменьшить поступление в водохранилище аллохтонного органического вещества. Полученные в 1963 г. данные для натуральной воды верхнего слоя представляются следующим образом (для сравнения в скобках приведены соответствующие данные по 1964 г.); в августе 1963 г. содержание органического углерода составляло 10,4 мг С/л (9,6), окисляемость перманганатная 10,0 мг О/л (10,0), окисляемость бихроматная 29,1 мг О/л (20,8) и цветность 35 градусов (36°). В сентябре 1963 г. соответственно было: 10,2 мг С/л—10,6 мг О/л—33,1 мг О/л—43° (Скопинцев и Бакулина, 1966 б). Таким образом, августовские данные обоих лет близки, но с определенной тенденцией к понижению в августе 1964 г.

Результаты исследований, проведенных по всей акватории в 1964 г., приведены в табл. 1 в виде средних и крайних значений; они дают представление о сезонном распределении и содержании органического вещества в главных участках Рыбинского водохранилища. При их обсуждении необходимо учитывать, что число станций (пунктов отбора проб воды) было сравнительно невелико. Ввиду недостатка места мы здесь не приводим данных по содержанию в воде газов и некоторых компонентов солевого состава.



Содержание органического вещества по отдельным его показателям  
в натуральной воде верхнего слоя Рыбинского водохранилища в 1964 г;  
средние и крайние (в скобках) данные

Время исследования	Районы* работ	Углерод, мг С/л	Окисляемость, мг О/л		Цветность в градусах
			Перманганатная	Бихроматная	
Февраль—март	1	8,5(7,2—9,4)	11,5(10,6—12,1)	29,7(26,9—31,4)	44(40—45)
	2	8,3(8,1—8,5)	10,3(10,2—10,5)	28,3(27,8—28,7)	40(40—40)
	3	8,2 —	12,6 —	29,0 —	60 —
	4	10,1(8,9—11,4)	13,5(12,0—14,2)	33,7(32,9—34,4)	57(50—65)
Апрель	1	9,9(9,2—10,8)	9,8(9,1—10,7)	22,5(20,8—23,8)	39(36—40)
	2	8,5(7,2—9,8)	8,9(8,8—9,1)	21,5(20,8—22,3)	28(25—30)
	3	8,0 —	8,5 —	16,9 —	45 —
	4	—	—	—	—
Май	1	10,4(8,0—11,8)	9,6(8,1—11,0)	22,4(20,0—25,6)	41(30—50)
	2	8,9(8,4—10,0)	8,6(8,1—9,0)	19,6(19,2—20,0)	35(25—40)
	3	14,5(12,4—15,6)	16,7(16,0—17,3)	33,8(30,1—36,0)	83(70—90)
	4	11,0(8,2—15,2)	12,6(9,4—17,4)	27,6(18,9—32,3)	57(40—85)
Август	1	10,3(9,4—11,6)	10,5(9,8—11,4)	24,2(20,8—28,7)	40(35—46)
	2	10,1(10,0—10,2)	10,2(10,0—10,5)	26,2(25,4—27,0)	45(45—45)
	3	12,6(11,0—14,2)	13,4(13,0—13,8)	36,1(30,3—42,0)	80(55—105)
	4	11,0(10,0—12,6)	12,0(10,5—14,3)	28,1(25,4—33,6)	39(36—45)
Ноябрь	1	12,2(10,4—17,3)	13,1(11,2—17,6)	32,1(24,0—45,8)	35(35—35)
	2	9,7(9,6—9,8)	11,0(10,7—11,3)	26,8(26,4—27,2)	35(35—35)
	3	9,1(8,4—9,8)	9,7(8,8—10,7)	21,0(19,9—23,2)	32(30—35)
	4	9,9(9,0—10,6)	10,8(10,5—11,2)	27,2(25,6—28,0)	32(30—35)

\* Районы работ: 1 — открытая часть; 2, 3, 4 — плёсы Волжский, Моложский, Шекснинский.



Остановимся на главных результатах проведенных исследований.

В середине зимы наибольшие средние значения цветности и органического углерода были в Моложском и Шекснинском плёсах, особенно в их верховьях, где очевидно еще было значительно участие речных вод поздней осени. В конце зимы всюду наблюдалось некоторое понижение цветности и перманганатной окисляемости. В мае, после полного таяния ледового покрова, наблюдались небольшие изменения названных показателей в открытой части водохранилища в Волжском плёсе и весьма значительное увеличение в других плёсах. Летом имело место некоторое увеличение цветности, органического углерода и перманганатной окисляемости в открытой части и Волжском плёсе и их понижение в Моложском и Шекснинском плёсах. Выравнивание указанных характеристик наблюдалось в августе и в ноябре. Наибольшие средние значения бихроматной окисляемости были в открытой части в феврале и в ноябре, в Волжском плёсе в эти же месяцы и в августе, в Моложском плёсе — в мае и в августе и в Шекснинском — в феврале. Как будет показано ниже, такие особенности посезонного изменения бихроматной окисляемости, по-видимому, связаны с изменением качественного состава водного органического вещества.

Таким образом, максимальные значения среднего содержания отдельных показателей органического вещества в 1964 г. не были одинаковыми во всех отдельных участках водохранилища: в открытой части они чаще приходились на ноябрь, в Волжском — на август и ноябрь и в Моложском и Шекснинском плёсах — на май. Минимальные значения были в открытой части и в Волжском плёсе зимой и в мае, а в Моложском и Шекснинском плёсах в конце зимы. Крайние значения рассмотренных характеристик в течение 1964 г. менялись следующим образом: цветность, в открытой части — в 1,7, в Волжском плёсе — в 1,8, в Моложском плёсе — в 3,5 и в Шекснинском плёсе — в 2,5 раза. Органический углерод изменялся соответственно в 2,4—1,4—2,0—1,9 раза; окисляемость перманганатная — в 2,2—1,4—2,0—1,9 раза и окисляемость бихроматная — в 2,3—1,5—2,5—1,8 раза. Как видим, наибольшие колебания в течение года характерны для цветности в Моложском и Шекснинском плёсах, что в значительной степени очевидно связано с меняющимся поступлением вод поверхностного стока. Величины всех показателей органического вещества мало изменялись по вертикали; но все же наблюдалась определенная тенденция небольшого увеличения органического углерода и бихроматной окисляемости в глубинном слое.

Фильтрация воды через стеклянный фильтр № 4 со слоем  $\text{BaSO}_4$  приводила к большей убыли цветности по сравнению с другими показателями. Так, в фильтрованной воде из открытой части водохранилища, цветность в среднем за год составляла 51% в верхнем слое и 49% в придонном слое, органический углерод соответственно—68 и 66%, перманганатная окисляемость—63,



и 60 % и бихроматная окисляемость—70 и 64 %. Очевидно, что на применявшихся фильтрах в большей степени задерживались взвеси и агрегаты, содержащие окрашенное органическое вещество, а проходящие через фильтр органические частицы (диаметром менее 10 мкм) и истинно растворенные органические соединения были уже относительно меньше окрашены; очевидно в них значительно участие и бесцветных соединений.

Если исходить из приведенных выше данных по содержанию органического углерода в открытой части, то можно полагать, что среднегодовое его содержание было около 10 мг/л и, следовательно, среднегодовое содержание органического вещества в воде открытой части Рыбинского водохранилища в 1964 г. было около 20 мг/л.

Вычисление величин отношений различных показателей органического вещества позволяет получить ориентировочную качественную его характеристику (Крылова и Скопинцев, 1959). Средние величины отношений цветности к органическому углероду в натуральной воде имели наибольшее значение в феврале во всех участках водохранилища, но они были неодинаковы: наименьшие значения характерны для вод открытой части — от 4,3 до 6,2 и в среднем 5,0 и Волжского плёса — от 4,7 до 4,9 и наибольшее — для Шекснинского (5,7) и Моложского (7,3) плёсов. В последующие месяцы в открытой части отмечалось понижение величины этого отношения (за исключением августа). Таким образом, в водах Шекснинского и особенно Моложского плёсов участие окрашенных органических соединений было больше, чем в водах открытой части и Волжского плёса.

Соответственно сказанному, средние величины отношений кислорода перманганатной окисляемости к органическому углероду в натуральной воде имели наибольшие значения во всем водохранилище в феврале (от 1,2 до 1,4). В последующие сезоны средние величины этих отношений колебались в преобладающем числе случаев от 0,9 до 1,1, за исключением Моложского залива, где они достигали 1,2. Наиболее высокая величина данного отношения характерна для вод с большей цветностью; величина отношения меньше 1,0 указывает на наличие в водах органического вещества не только терригенного, но и планктонного происхождения (Скопинцев, 1950)\*. По величине данного отношения можно пересчитать имеющиеся результаты определения перманганатной окисляемости за прошлые годы в органический углерод.

Средние величины отношений кислорода перманганатной окисляемости к бихроматной в натуральной воде колебались от 36 до 51 % и в среднем составляли 40 %, что характерно для вод с большим содержанием окрашенных гуминовых соединений.

---

\* Это объясняется тем, что относительная степень окисления терригенных гуминовых веществ перманганатом калия значительно выше по сравнению с мало устойчивыми в биохимическом отношении белками и углеводами.



Средние величины отношения кислорода бихроматной окисляемости к органическому углероду в натуральной воде всего водохранилища имели наибольшее значение в феврале, когда они были выше 3,0. Как известно, данное отношение представляет собой кислородный эквивалент, величина которого для органических веществ углеводного типа равна 2,7(2,66) мг кислорода в расчете на 1 мг углерода.

Таким образом, в феврале органическое вещество вод Рыбинского водохранилища было более восстановленным по сравнению с веществом типа углеводов. Но уже в апреле величины кислородного эквивалента понизились и колебались от 2,4 до 2,7; в мае наблюдалось его понижение, а минимальная его средняя величина, равная 2,1, была в августе. В ноябре этот коэффициент снова уже был близок к углеводному.

Низкие величины кислородного эквивалента (около 2,2) наблюдались также при изучении органического вещества некоторых речных натуральных вод в осенне-паводочный период (Николаева и Скопинцев, 1961). Такое совпадение не случайно: ведь формирующиеся весной талые воды, поступая в водохранилище, постепенно вытесняют воды предыдущей формации. В результате летом воды водохранилища еще обладают свойствами весенне-паводочных вод.

Изменение рассмотренных величин отношений разных показателей дает основание говорить о непостоянстве качественного состава органического вещества вод Рыбинского водохранилища в течение 1964 г. Наиболее заметные изменения характерны для конца зимы. Исходя из сравнительно небольшой степени насыщения воды кислородом в вегетационный период (в августе только на 3 станциях насыщение кислорода было больше 90%), можно полагать, что летом 1964 г. интенсивность продуцирования автохтонного органического вещества в водохранилище была невысокой.

### *Многоводные годы (1965—1966)*

В 1965 г. исследования были выполнены осенью на 17 станциях и в 1966 г. — весной на 8 станциях (Скопинцев, Бакулина, Кузнецова, 1970 а, б); анализы проводились по тем же методам, которые были применены в предыдущие годы.

В табл. 2 приведены крайние и средние данные, полученные в 1965—1966 гг. Как это следует из приведенных данных, для осени 1965 г. и весны 1966 г. характерно, по сравнению с 1964 г., небольшое различие содержания органического углерода, окисляемости и цветности в водах верхнего слоя открытой части водохранилища и в водах трех плёсов. В то же время средняя цветность вод в мае 1966 г., как и в мае 1964 г. больше, чем в ноябре; средние величины трех других показателей выше в ноябре 1965 г., как и в открытой части в ноябре 1964 г. Абсолютная концентрация всех показателей органического вещества в ноябре 1965 г. была выше: в воде открытой части цветность,



углерод и бихроматная окисляемость в среднем увеличились на 10% по сравнению с ноябрем 1964 г. В воде плёсов увеличение было больше, так как осенью 1964 г. содержание органического вещества в воде плёсов было меньше, чем в открытой части. В мае 1966 г. цветность была значительно выше по сравнению с маем 1964 г.; увеличение среднего содержания органического углерода и перманганатной окисляемости в мае 1966 г. в большинстве случаев было несколько меньше (по сравнению с цветностью).

Таким образом, для многоводных лет (1965—1966 гг.) характерно не только увеличение содержания органического вещества, особенно в ноябре (что наблюдалось в открытой части в ноябре 1964 г.), но и выравнивание концентраций по всей акватории водохранилища. Учитывая малое различие всех показателей органического вещества и по вертикали, можно говорить о сближении содержания органического вещества в водных массах всех главных участков водохранилища в многоводные годы.

Очевидно, что все это в значительной степени было обусловлено возросшим поступлением вод в водохранилище в данный период (особенно, в ноябре 1965 г.). Это согласуется с отмеченной ранее связью между возрастанием содержания органического вещества в водах рек лесной полосы умеренной зоны и подъемом уровня воды в них (Скопинцев, 1950 а).

При фильтрации ноябрьских верхних и глубинных проб воды через стеклянный фильтр № 4 со слоем  $\text{BaSO}_4$  были отмечены следующие изменения: цветность фильтрованной воды в среднем составляла 60% (в ноябре 1964 г. — 53%), соответственно органический углерод — 65% (53%), окисляемость перманганатная — 61% (48%) и окисляемость бихроматная — 64% (56%) от натуральной воды.

Таким образом, в ноябре 1965 г. в воде открытой части водохранилища доля растворимой фракции органического вещества (прошедшей через фильтр с порами  $\leq 10$  мкм) была больше, чем в ноябре 1964 г.

Величины отношений отдельных показателей органического вещества в воде Рыбинского водохранилища в 1965—1966 гг. представляются следующим образом. Средние величины отношений цветности к органическому углероду в натуральной воде различных участков водохранилища в ноябре 1965 г. колебались от 2,9 до 3,4 в поверхностных и от 2,8 до 4,2 в глубинных пробах; в мае 1966 г. величины рассматриваемого отношения были выше, чем в ноябре 1965 г.

Средние величины отношений кислорода перманганатной окисляемости к органическому углероду в ноябре 1965 г. и мае 1966 г. были несколько меньше 1,0, а величины отношений кислорода перманганатной окисляемости к кислороду бихроматной окисляемости колебались от 35 до 40%. В соответствующие месяцы 1964 г. величины всех рассмотренных отношений были немного выше.



Содержание органического вещества по отдельным его показателям  
в натуральной воде верхнего слоя Рыбинского водохранилища  
в 1965—1966 гг.; средние и крайние (в скобках) данные

Время исследований	Район* работ	Углерод мг С/л	Окисляемость мг О/л		Цветность в градусах
			перманганатная	бихроматная	
1965 г. октябрь—ноябрь	1	13,4(11,6—16,0)	12,9(12,0—14,8)	35,2(30,9—38,4)	38(35—40)
	2	14,1(13,3—15,5)	13,0(12,0—14,2)	34,3(31,7—39,5)	43(40—45)
	3	12,2(11,5—13,0)	12,2(11,2—13,1)	35,8(33,6—38,0)	45(40—50)
	4	12,7(10,8—14,4)	11,5(11,0—12,3)	31,4(29,3—33,1)	38(37—38)
1966 г. май	1	11,6(10,2—13,0)	10,7(10,6—10,9)	—	57(45—70)
	2	11,2(11,2—11,2)	11,2(11,0—11,5)	—	67(60—75)
	3	—	—	—	—
	4	11,0(10,2—11,8)	11,0(10,3—12,5)	—	75(60—100)

\* Районы работ: 1 — открытая часть, 2, 3, 4 — плёсы Волжский, Моложский и Шекснинский.



**Содержание органического вещества по отдельным его показателям  
в натуральной воде верхнего слоя Рыбинского водохранилища  
и в р. Волге в 1967—1969 гг.**

Место взятия проб воды	Дата	Цветность в градусах	Окисляемость перманганат- ная в мг О/л	Органический углерод в мг С/л			БПК <sup>2</sup> в мг О/л за			
				в сухом остатке	вало- вой	улетучива- ющийся <sup>1</sup> при упари- вании воды	5	20	60	120 суток
Рыбинское водохранилище <sup>3</sup>										
Наволоч	1967									
	7/VIII	35	11,5	12,2	—	—	—	—	—	—
*	30/X	35	13,9	13,6	—	—	—	—	—	—
*	22/XI	35	11,5	12,5	—	—	—	—	—	—
	1968									
*	19/II	35	11,6	11,1	—	—	—	—	—	—
*	29/X	35	12,3	11,6	—	—	—	—	—	—
Городок	15/VII	50	11,8	10,4	—	—	0,78 (2,4)	2,35 (7,1)	5,0 (15)	6,20 (19)
Ольхово	15/VII	55	13,2	12,9	—	—	1,74 (4,5)	3,65 (9,5)	6,07 (16)	8,04 (21)
	1969									
Наволоч	3/IV	35	—	12,8	14,6	1,8 (12)	—	—	—	—
*	13/V	24	—	8,8	8,3	0 (0)	—	—	—	—
*	18/VIII	40	—	10,0	11,9	1,9 (16)	—	—	—	—
6 ст. в от- крытой части	22/X	40—43	9,6— 10,9	10,0— 12,4	10,0— 13,3	0—1,7 (0— 13)	—	—	—	—
Река Волга <sup>4</sup>										
	1967									
Выше										
с. Мышки-	29/VIII	45	10,7	11,5	—	—	—	—	—	—
но на 2 км	25/X	38	9,7	9,7	—	—	—	—	—	—
*	18/XI	35	10,1	9,7	—	—	—	—	—	—
	1968									
*	27/III	30	11,0	10,0	—	—	—	—	—	—
	1969									
*	4/III	—	—	9,7	10,7	1,0 (9)	—	—	—	—
*	10/VI	47	—	10,4	12,6	2,2 (17)	—	—	—	—
*	26/VIII	45	—	12,4	13,8	1,4 (10)	—	—	—	—

<sup>1</sup> В скобках приведены данные в процентах от валового углерода.

<sup>2</sup> В скобках приведены данные в процентах от общего БПК.

<sup>3</sup> Пункты Наволоч и Городок расположены в центральной части водохранилища, Ольхово — в Шекспинском плесе; пробы воды отобраны подо льдом: 19 февраля 1968 г. и 3 апреля 1969 г.

<sup>4</sup> Пробы воды отобраны подо льдом 27 марта 1968 г. и 4 марта 1969 г.



Средние величины отношения кислорода бихроматной окисляемости к органическому углероду в ноябре 1965 г. колебались от 2,4 до 2,9; тоже наблюдалось и осенью 1964 г.

Таким образом, судя по этой ориентировочной качественной оценке, общая характеристика органического вещества вод Рыбинского водохранилища в многоводные годы значительно не изменилась по сравнению с маловодным годом.

Произведенные в те же месяцы 1965 и 1966 гг. работы на других водоемах дали материал для сравнительной оценки природы преобладающего органического вещества в их водах. В указанные годы наибольшее участие органического вещества планктонного происхождения характерно для Сиверского озера, затем следует Белое озеро. Более значительное участие водного гумуса терригенного происхождения в Шекснинском (Череповецком) водохранилище по сравнению с Рыбинским.

### **О полноте определения и биохимической стойкости органического вещества в водах Рыбинского водохранилища**

В 1967—1969 гг. проводилось определение содержания органического вещества в Рыбинском водохранилище в связи с изучением его летучей фракции при упаривании воды, а также при изучении биохимического потребления кислорода (БПК) за длительные сроки при 20°С (Скопинцев, Бакулина и Кузнецов, 1970-6). В табл. 3 приведены результаты этих определений, выполненных в различные сезоны в нескольких точках водохранилища, а также и на участке р. Волги, примыкающем к Волжскому плёсу — на 2 км выше с. Мышкино.

При сопоставлении результатов, приведенных в табл. 3, с данными, помещенными в табл. 1 и 2, находим, что содержание органического вещества в водах, исследованных в 1969 г., было немного меньше, чем в многоводные (1965—1966) годы. Разработанный в лаборатории метод определения в воде валового органического углерода (Бакулина и Скопинцев, 1970) позволил впервые оценить размеры тех потерь органического вещества, которые имеют место при упаривании воды досуха (при 60°С) для последующего определения органического углерода в полученном сухом остатке. Оказалось, что улетучивающееся при такой операции органическое вещество составляет (по углероду) в воде Рыбинского водохранилища и р. Волги от 0 до 17% и в среднем 13% от валового углерода (табл. 3). Таким образом, можно считать, что ранее опубликованные и приведенные в табл. 1 и 2 данные по содержанию органического вещества, определенного в воде Рыбинского водохранилища (по органическому углероду в сухом остатке), в среднем занижены примерно на 10%.

Проведенные в 1968 г. определения биохимического потребления кислорода при 20°С в свою очередь свидетельствуют о значительной стойкости органического вещества вод Рыбинского водохранилища. Действительно, величина отношения БПК<sub>5</sub>



(т. е. за 5 дней) к органическому углероду значительно меньше 1,0, что свойственно природным водам, содержащим органическое вещество гумусовой природы, даже при значительном его количестве. Весьма показательны также величины отношений БПК за различные сроки к общему БПК; последнее находили путем умножения количества органического углерода (с поправкой на потерю) на кислородный эквивалент. Как было показано выше, для лета он равен примерно 2,4, а с учетом нитрификации это будет 2,6. Тогда общее БПК в пунктах Городок будет 33,0 и Ольхово — 38,0 мг О/л. Как это показано в табл. 3 даже БПК<sub>20</sub> не превышает 10%, а БПК<sub>120</sub> составляет 19—20% от общего БПК\*, что близко к величине (25%), найденной нами в марте 1941 г. в р. Волге у г. Калинина (Скопинцев, 1950-б).

### Качественный состав органического вещества вод Рыбинского водохранилища

В последние годы в Гидрохимическом институте проведены большие работы, посвященные разработке методов определения содержания отдельных групп органического вещества в природных водах и непосредственному их определению в различных водоемах (Семенов, 1967). В табл. 4 приведены соответствующие данные, заимствованные из работы, опубликованной в 1968 г. (Семенов и др.). Нами произведены пересчеты в мг/л найденных количеств отдельных групп органических соединений; к сожалению, не указано место взятия проб воды. Среди рассмотренных выше наших данных ни разу не были взяты пробы воды с содержанием органического углерода равным 19 и 4,8 мг/л и ни разу не наблюдалось таких больших колебаний его концентрации.

Нет в этих работах и необходимых данных для общей характеристики исследованных вод, например: 1) цветности, которая позволяет получить ценное ориентировочное представление о природе органического вещества, 2) щелочности — для примерной оценки содержания и состава солей исследованных вод.

Сумма выделенных веществ в июньской пробе составляет 38,4 мг/л, или 92% от суммарного количества органического вещества, рассчитанного по углероду (с введением 10-процентной поправки на улетучивающуюся при упаривании фракцию органического вещества). Необходимо здесь отметить, что в сумму выделенных органических соединений не входят гуминовые и фульвокислоты, а последние по мнению ряда авторов находятся в окрашенных водах в значительном количестве.

В водах других водохранилищ и озер, исследованных цитированными авторами, сумма выделенных органических соедине-

\* Эти величины отношений практически одинаковы для двух исследованных пунктов.



Таблица 4

**Содержание отдельных групп органического вещества в воде Рыбинского  
водохранилища в 1965 г.**

Дата	Органи- ческое веще- ство	Белковые вещества	Свободные аминокис- лоты	Амины	Органи- ческие кислоты	Сложные эфиры	Редуцирую- щие сахара	Сложные углеводы
------	------------------------------------	----------------------	--------------------------------	-------	------------------------------	------------------	-----------------------------	---------------------

*а) в различных единицах*

	мг С/л	мкг N/л	мкг N/л	мкг N/л	мкг-экв/л	мкг-экв/л	мкг/л	мкг/л
Июнь	19	63	6,2	19	280	85	900	490
Октябрь	4,8	—	2,0	15	67	не определяли		620

*б) в мг вещества в 1 л воды \**

Июнь	38	0,393 (1,0)	0,039 (0,10)	0,057 (0,15)	28,0 (73)	8,5 (22)	0,900 (2,4)	0,490 (1,3)
Октябрь	9,6	—	0,013	0,045	6,7	—	—	—

\* При пересчете приняты следующие коэффициенты: для суммы органических веществ по углероду — 2; белковых веществ и аминокислот — 6,25; аминов — 3; органических кислот — 70; сложных эфиров — 100. Цифры в скобках — содержание в процентах от суммы органических веществ.



ний была и больше и меньше суммы органического вещества, рассчитанного по органическому углероду.

Среди выделенных из воды Рыбинского водохранилища органических соединений преобладают органические кислоты (73%) на сложные эфиры приходится 22% и на остальное — 5%.

Это обстоятельство привлекает к себе внимание: обычно для органических кислот, найденных в природных водах (за исключением гумусовых кислот), характерна невысокая биохимическая стойкость; в то же время, как это было показано выше, воды Рыбинского водохранилища характеризуются сравнительно небольшими величинами биохимического потребления кислорода.

Очевидно необходимо проведение дальнейших исследований по изучению качественного состава органического вещества вод Рыбинского водохранилища, с привлечением уточненных методов выделения и определения органических (в том числе и гумусовых) кислот и сложных эфиров.

## ЛИТЕРАТУРА

Бакулина А. Г. и Скопинцев Б. А. Определение валового органического углерода в природных водах методом сухого сжигания. Гидрохим. матер. т. 52. 1970.

Драчев С. М., А. С. Разумов, Б. А. Скопинцев и Н. М. Кабанов. Приемы санитарного изучения водоемов. Медгиз. М. 1960.

Крылова Л. П. Определение углерода органического вещества природных вод методом сухого сжигания. Гидрохим. матер., т. 26. 1956.

Крылова Л. П. и Б. А. Скопинцев. Содержание органического углерода в водах рек и озер Подмосковья и крупных рек Советского Союза. Гидрохим. матер., т. 28. 1959.

Монакова С. В. и Б. А. Скопинцев. Сопоставление некоторых вариантов метода определения бихроматной окисляемости в природных водах. В кн. «Материалы совещания по прогнозированию биогенных элементов и органического вещества в водах водохранилищ». Изд. Ин-та Б.В.В. АН СССР. Ярославль. 1969.

Николаева Е. А. О бихроматном методе определения окисляемости в пресных водах. Гидрохим. матер. т. 20. 1953.

Николаева Е. А. и Б. А. Скопинцев. Бихроматная окисляемость в водах рек и озер Подмосковья и крупных рек Советского Союза. Гидрохим. матер. т. 31. 1961.

Семенов А. Д. Химическая природа органических веществ природных вод. Гидрохим. матер., т. 45. 1967.

Семенов А. Д., Л. П. Немцева, Т. С. Кишкинова, А. Т. Патанова. О составе органических веществ в водах водохранилищ и озер. Гидрохим. матер., т. 46. 1968.

Скопинцев Б. А. Органическое вещество в природных водах (водный гумус). Тр. Гос. Океанограф. ин-та, вып. 17(29). Гидрометеиздат. М. 1950-а.

Скопинцев Б. А. Изменение некоторых химических и физических свойств природных вод при их длительном хранении. Гидрохим. матер., т. 17. 1950-б.

Скопинцев Б. А. и А. Г. Бакулина. Органическое вещество в водах Череповецкого водохранилища в августе—сентябре 1963 г. Тр. Инстит. биол. внутр. вод АН СССР, вып. 11(14) «Растительность волжских водохранилищ». Изд. «Наука» М.—Л. 1966-а.

Скопинцев Б. А. и А. Г. Бакулина. Органическое вещество в водах Рыбинского водохранилища в 1964 г. Тр. Института биол. внутр. вод АН



СССР, вып. 13(16) «Продуцирование и круговорот органического вещества во внутренних водоемах», Изд. «Наука». М.—Л. 1966-6.

Скопинцев Б. А., А. Г. Бакулина и Н. С. Кузнецова. Органическое вещество в водах Рыбинского и Шекснинского (Череповецкого) водохранилищ, Белого и Сиверского озер в многоводные 1965 и 1966 г. Труды Ин-та биологии внутр. вод АН СССР. Сб. «Абиотические факторы биологического круговорота в водоемах». Изд. «Наука». Л. 1970-а.

Скопинцев Б. А., А. Г. Бакулина и Н. С. Кузнецова. О потере органического вещества при упаривании природных вод до суха. Гидрохим. матер., т. 53. 1970-б.

---



Н. И. АНИЧКОВА

## ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ НЕРЕСТИЛИЩ МОЛОЖСКОГО ЗАЛИВА РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

*Сообщение 2. Гидрохимический режим Мшичинского  
нерестелища.*

### Введение

Настоящее сообщение продолжает публикацию материалов многолетних исследований нерестилищ Рыбинского водохранилища в пределах Дарвинского заповедника. Первое сообщение (Аничкова Н. И., 1970) было посвящено весьма обширному Бор-Тимонинскому заливу, образовавшемуся в результате затопления нескольких мелких рек и озер. В данном, втором сообщении, освещаются результаты изучения значительно менее крупного Мшичинского залива, площадью всего около 5 кв. км. Этот залив образовался в результате затопления мелкой котловины с протекавшим по ней Мшичинским ручьем и расположенными по его берегам лугами, пашнями, болотами и лесами. Описание растительности в этом заливе приведено в статье Т. Н. Кутовой в настоящем сборнике.

Первое полное затопление Мшичинского залива произошло в 1947 г., когда уровень воды в водохранилище впервые достиг проектного горизонта, т. е. 10 м в условных отметках. В 1944—1945 годах уровень водохранилища не превышал 6,4 м, а в 1946 г. — 8,8 м.

Гидрохимические исследования на Мшичинском заливе были начаты в 1948 г., на второй год после его полного затопления. В последующие два года (1949—1950) оно также было полным.

Вторично гидрохимические наблюдения на Мшичинском нерестелище были осуществлены через 10 лет в 1960, 1961 и 1963 годах, а затем в 1966, 1967 и 1968 годах.

Исследования в 1948—1949 годах велись под руководством Н. А. Вальцева, в последующие годы автором и лаборантом З. И. Кавиной.

Гидрохимические наблюдения на Мшичинском нерестелище осуществлялись на ряде станций в различных участках водоема (рис. 1). Детальность исследований была различной в отдельные годы.



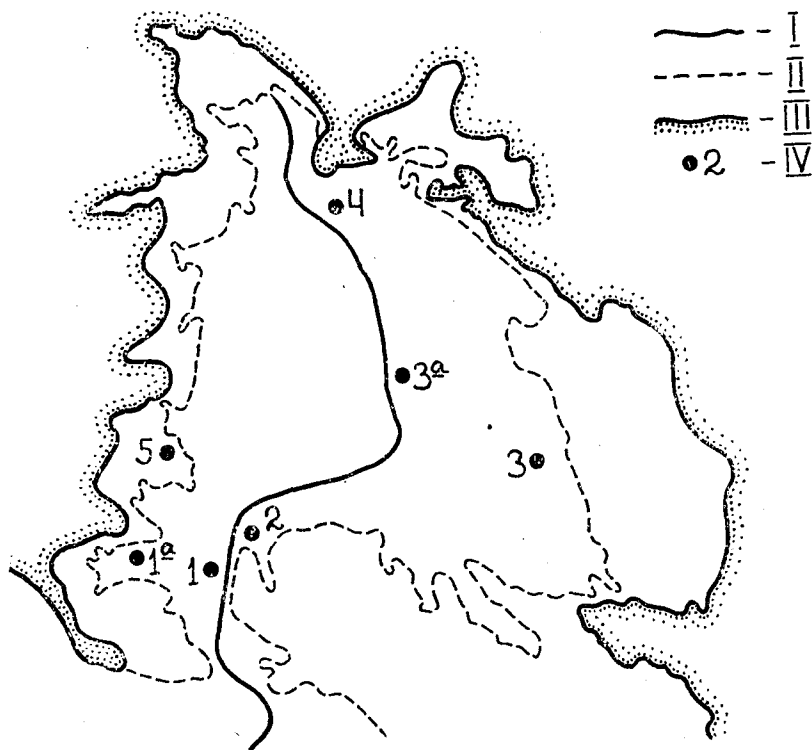


Рис. 1. Мшичинское нерестилище.

I — русло Мшичинского ручья. II — уровень при отметке 9 м.  
III — уровень при отметке 10 м. IV — номера станций.

В южной части залива наблюдения велись на русле затопленного Мшичинского ручья (станция № 1, глубина до 5 м). Здесь, через сравнительно узкий пролив, соединяющий Мшичинское нерестилище с открытым плёсом Моложского залива, происходит водообмен как при сгонно-нагонных, так и при паводковых перемещениях воды.

Весной, когда в Мшичинский залив поступают талые воды с его побережий (при еще низком уровне воды в водохранилище), идет сток воды из Мшичинского залива, а при дальнейшем подъеме уровня водохранилища — из водохранилища в полость.

Водной растительности на этом участке нет. Станция 1-а была расположена в лагуне, соединяющейся протокой с районом станции № I. Отдельные наблюдения были проведены в заливе в начале открытого плёса (станция № 2, глубина около 1 м). Заросли представлены были ассоциацией полевицево-гречиховой, а в районе станции № 3 (глубина до 1,5 м), расположенной в восточной части залива, ассоциацией полевицево-жерушниковой,



переходящей в омежниковую\*. Следующая станция (№ 3) расположена на середине залива. Глубина здесь достигает 2,5 м. Заросли водной растительности отсутствовали. В западной части залива наблюдения велись в районе затопленного луга (станция № 5, глубина около 1 м). Водная растительность состояла из полевицы побегообразующей с небольшой примесью гречиши земноводной.

В северной части залива была расположена станция № 4 (глубина около 0,5 м). В районе этой станции сказывается влияние поступающих в водоем болотных вод.

Участок сильно захламлен остатками древесной растительности. Заросли здесь представлены ассоциацией омежника. Поверхность воды бывает покрыта пятнами водоросли нитчатки.

Объем и сроки наблюдений по годам и характеристика высоты уровня водохранилища показаны в табл. I.

Т а б л и ц а 1

Объем и сроки наблюдений по годам и характеристика  
высоты уровня водохранилища

Год	№ станций	Срок наблюдений	Максимальный уровень в условных отметках
1948	1, 3-а	Май — начало июня	9,68
1949	1, 3, 4, 5	Май — октябрь	10,11
1950	3-а, 4	Июнь — октябрь	9,55
1960	1, 1-а	Июнь — август	8,78
1961	1, 2, 3, 4, 5	Июнь — июль	10,42
1963	1, 3-а, 3	Июнь — август	8,93
1966	1	Июнь — октябрь	10,67
1967	1, 3-а	Май — ноябрь	10,25

### Химизм воды Мшичинского нерестилища

Для первых лет затопления Мшичинского залива (1948 и 1949 гг.) мы располагаем только данными о количестве растворенного в воде кислорода, причем по 1948 году только для мая и начала июня (приложение I). Тем не менее мы считаем, что эти материалы до некоторой степени дают представление о процессе потребления и продуцирования кислорода на участках Мшичинского залива с различным характером затопленной растительности при начальном этапе его существования.

Заполнение залива начинается при отметке уровня водохранилища близкой к 8 м. В табл. 2 приведено количество кислорода с конца марта до начала мая при весеннем подъеме уровня водохранилища. К началу наблюдений в 1949 (9/V) затопление Мшичинского залива было полным.

\* Характеристика зарослей водной растительности в районах наших наблюдений была предоставлена нам Т. Н. Кутовой.



**Содержание кислорода в воде Моложского залива с конца марта  
до начала мая 1949 г. при весеннем подъеме уровня  
водохранилища**

Дата	Кислород		Уровень водохрани- лища в условных отметках
	мг/л	% насыщ.	
26/III	4,3	29	7,67
16/IV	7,7	53	8,24
28/IV	14,2	99	9,63
5/V	13,4	116	9,79

Т а б л и ц а 3

**Амплитуда колебаний растворенного в воде кислорода  
на различных участках Мшичинского нерестелища  
по наблюдениям в мае—сентябре 1949 г.**

№ станций	Глуби- на, м	Расположение станций	Минимум—максимум		Амплитуда колебаний	
			мг/л	% насыщ.	мг/л	% насыщ.
1	2—5	Южная часть, русло затопленного Мши- чинского ручья	7,5—14,8	84—134	7,3	50
3-а	1,0 —1,6	Средняя часть залива	7,0—15,1	69—134	8,1	65
—	0,5 —1,5	Затопленный оль- шаник	4,2—14,5	47—130	10,3	83
5	0,25—0,50	Затопленная луговая растительность	5,7—10,9	51—111	5,2	60
4	0,25—0,50	Северная часть, за- топленная древесная растительность	3,5—14,7	37—122	11,2	85

В табл. 3 приведены пределы колебаний в содержании кисло-  
рода на различных участках водоема в мае — сентябре 1949 г.

Из данных таблицы видно, что максимальное содержание кис-  
лорода на всех станциях примерно одинаково и достигает величин,  
превышающих полное насыщение. Минимальное же содержание  
кислорода на разных станциях резко различно. У выхода из  
залива и в его центральной части содержание кислорода не  
падало ниже 7,0 мг/л, или 69% насыщ. В мелководной же части  
при наличии растительности и органических остатков в отдель-  
ные периоды содержание кислорода снижалось до 3,5—5,7 мг/л  
(37—51% нас.). Меньшая аэрированность воды в мелководной  
зоне объясняется большим притоком здесь гумифицированных  
вод и разложением органических остатков. Значительное падение



содержания кислорода приводит к повышению амплитуды его колебаний в воде мелководных участков залива.

Характер изменений содержания кислорода в воде Мшичинского залива в мае—октябре 1949 г. показан в табл. 4.

Т а б л и ц а 4

Амплитуда колебаний растворенного в воде кислорода по наблюдениям в мае—октябре 1949 г. на различных участках Мшичинского нерестелища

Дата	Минимум—максимум		Амплитуда	
	мг/л	% насыщ.	мг/л	% насыщ.
9.V	5,7—15,1	51—134	9,4	83
20.V	7,0—10,2	76—102	3,2	26
10.VI	8,4—10,7	93—118	2,3	25
21.VI	10,4—11,7	104—122	1,3	18
7.VII	4,2— 7,5	47—84	3,3	37
20.VII	3,5—10,1	37—106	6,6	69
8.VIII	7,9—10,6	81—109	2,7	28
27.VIII	8,8—11,6	83—115	2,8	32
7.IX	6,3— 8,8	61—88	2,5	27
14.X	13,8—14,9	108—111	1.1	3

Повышение количества кислорода за это время наблюдалось 4 раза: в начале мая, в июне, в августе и в октябре. Весенний подъем содержания кислорода связан с поступлением в водоем паводковых вод, однако амплитуда колебаний содержания кислорода в воде весной очень велика, что говорит о большой неоднородности вод залива в этот период. Дальнейшие изменения кислорода в летний период связаны с жизнедеятельностью фитопланктона.

По окончании паводка содержание кислорода в разных частях водоема выравнивается и в общем снижается. В июне, в связи с нарастанием процесса фотосинтеза, содержание кислорода увеличивается. Вслед за вспышкой развития фитопланктона наступает период его частичного отмирания и обогащения воды продуктами его распада. При этом, как указывает С. И. Кузнецов (1952, стр. 123) «...Последнее вызывает как усиленное размножение бактерий, так и более энергичное их дыхание, что в свою очередь ведет к резкому падению количества растворенного в воде кислорода в водоеме». Особенно значительным уменьшение количества кислорода было в северной части залива (станция № 4) — до 3,5 мг/л (37% насыщ.) и в затопленном ольшанике — до 4,2 мг/л (47% насыщ.) С прекращением фитогенного обогащения воды кислородом сказался в той или иной степени отчетливо различный характер залитых угодий.



Химизм воды Мшичинского залива по наблюдениям в 1950 г.

Место наблюдений	Дата	Глубина станции, м	Глубина пробы, м	t° воды	Про- зрач- ность, с.м	Кислород		HCO <sub>3</sub>	Окисля- емость, мг/л O <sub>2</sub>	Цветность, град.	Железо об- щее, мг/л	Фосфаты, мг/л Р	Кремний, мг/л Si
						мг/л	% насыщ.						
Станция № 4	15.VII	1,0	0,25	14,0	60	—	—	73,2	75,5	—	—	—	—
(север- ная часть)	25.VII	0,60	0,25	18,6	до дна	3,9	40,0	79,3	48,3	300	—	0,140	—
	16.IX	0,70	0,25	12,4	—	2,9	27,0	61,0	78,0	500	3,30	—	—
	2.X	0,70	0,25	10,4	—	3,9	35,0	61,0	72,2	450	2,60	—	—
Станция - № 3-а	17.VI	1,50	0,25	15,9	—	10,0	100,0	85,4	22,4	—	—	—	—
	25.VII	0,80	0,25	19,4	до дна	8,3	88,0	97,6	20,0	100	—	0,013	—
(сере- ди- на за- лива)	22.VIII	0,70	0,25	18,6	—	7,0	74,0	97,6	22,1	85	—	0,026	0,32
	16.IX	1,0	0,25	12,4	—	8,8	82,0	109,8	23,0	65	0,27	—	0,35
	2.X	1,0	0,25	10,2	—	9,6	86,0	103,7	—	85	0,25	0,015	0,38
	17.X	0,70	0,25	5,4	—	10,7	85,0	97,6	20,3	85	0,54	0,012	0,38



В августе наблюдается второй подъем жизнедеятельности фитопланктона и повышение количества растворенного в воде кислорода. С прекращением процесса фотосинтеза содержание кислорода начинает снижаться.

Таким образом, наблюдения в 1949 г. показали, что амплитуда колебаний растворенного в воде кислорода была наибольшей в затопленном ольшанике и северной части залива и наименьшей в его южной части.

На середине залива и в районе затопленного луга она занимала промежуточное положение (табл. 3).

К начальному этапу образования Мшичинского залива относятся наблюдения, проведенные в 1950 г. в северной части залива (станция № 4) и в его средней части (станция № 3-а).

По сравнению с открытым плёсом залива (табл. 5) в северной его части было отмечено чрезвычайно низкое содержание растворенного в воде кислорода (2,9—3,9 мг/л, 87—90% насыщ.), высокая окисляемость воды — до 78 мг/л  $O_2$ , цветность — до 500°, повышенное содержание железа (2,6—3,7 мг/л) и фосфатов — 0,140 мг/л Р.

Полученные данные указывают на высокую интенсивность процесса разложения затопленной органической массы в этой части залива.

Наблюдения последующих лет показали, что повышение количества растворенного в воде кислорода отмечалось в те же сроки, что и в 1949 г. — в июне, конце июля.

Т а б л и ц а 6

Максимальные величины количества кислорода в июне и июле в южной части залива в процентах насыщения

	1949	1960	1961	1963	1966	1967
Июнь	118—121	105	85	101	102	101
Июль	106	112	—	107	137	103

В табл. 6 приведены максимальные величины количества кислорода в июне и июле в различные годы для южной части залива (станция № 1).

Гидрохимические наблюдения были возобновлены спустя 10 лет в 1960, 1961 и 1963 годах и сопровождались определениями величины первичной продукции и биомассы сестона.

Уровень воды водохранилища, а следовательно, наполнение Мшичинского залива в эти годы были различными (рис. 2). Особенно слабым наполнение залива было в 1960 г. За время наблюдений (15/VI—18/VIII) уровень водохранилища понизился от 8,68 до 7,78 м. Прибрежно-водной растительности в водоеме почти не было. Наблюдения в 1961 г. велись в условиях высокого уровня водохранилища и полного затопления залива. За все время наблюдений (22/V—28/VII) уровень оставался высоким



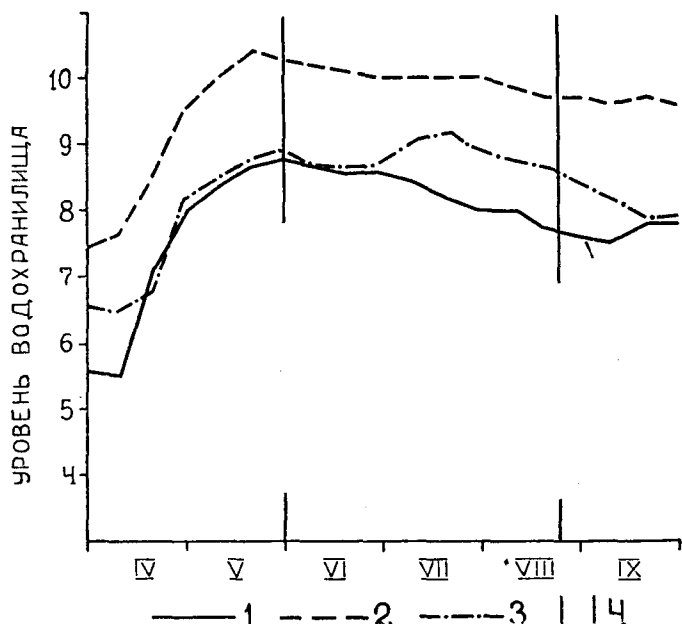


Рис. 2. Колебания уровня водохранилища в апреле—сентябре 1960, 1961 и 1963 годах.

1—1960 г., 2—1961 г., 3—1963 г., 4—время наблюдений.

(10,3—9,96 м). Таким образом, в заливе создались благоприятные условия для развития прибрежно-водной растительности.

Т. Н. Кутова (настоящий сборник) указывает, что в 1961 г. площади зарослей были максимальными. В 1963 г. наполнение залива в июне было таким же слабым, как в 1960 г., но с 1 июня начался подъем уровня водохранилища, который достиг к середине июля 9,40 м, т. е. был на 1 м выше, чем в это время в 1960 г.

В соответствии со степенью наполнения Мшичинского залива, наблюдения в 1960 г. велись на станции № 1 (южная часть) и на станции № 1-а в лагуне, соединяющейся узкой протокой с районом станции № 1. Высокое наполнение залива в 1961 г. позволило охватить наблюдениями все его участки (станции № 1, 2, 3, 4 и 5). В 1963 г. наблюдения были проведены в южной части залива (станция № 1), на его середине (станция № 3-а) и в восточной части (станция № 3). Результаты наблюдений приведены в приложениях № 2, 3 и 4.

Наблюдения в 1960, 1961 и 1963 гг. в южной части залива (табл. 7) показали, что показатель активной реакции был наиболее высоким в 1960 г. (слабое наполнение залива), несколько ниже в 1963 г. (среднее наполнение) и наиболее низким в 1961 г., при полном затоплении залива. Соответственно наиболее низкая цветность воды отмечена в 1960 г., несколько повышенная в



**Химизм воды Мшичинского нерестелища по наблюдениям  
в июне—августе 1960, 1961 и 1963 годов  
в южной части залива (станция № 1)**

	1 9 6 0	1 9 6 1	1 9 6 3
Уровень водохранилища	8,68—7,78	10,30—9,69	8,70—9,18—8,61
O <sub>2</sub> в % насыщ.	83,5—112,0	79—87	100,9—107,4
pH	7,40—8,20	7,00—7,20	7,20—7,60
НСО <sub>3</sub> , мг/л	89,2—111,9	61,5—75,0	61,5—86,1
Окисляемость, мг/л O <sub>2</sub>	20,8—34,9	20,0—25,7	18,5—23,6
Цветность, град.	52—88	100—130	73—94
Fe. общее, мг/л	0,10—0,14	0,18—0,28	0,03—0,05
Нитраты, мг/л N	0—0,040	0,022—0,108	0,040—0,210
Фосфаты, мг/л P	0,031 (июль)	0,016—0,018	—
Кремний, мг/л Si	1,20—1,32	0,20—0,68	—

1963 г. и наиболее высокая в 1961 г. В 1960 г. наблюдался наиболее высокий процент насыщения воды кислородом и падение количества нитратов до аналитического нуля.

Как будет видно ниже, в 1960 г. наблюдались наиболее высокая интенсивность фотосинтеза и биомасса сестона. Выше было указано, что в 1960 г. исследования осуществлялись в южной части залива (станция № 1) и в мелководной лагуне (станция № 1-а), соединяющейся протокой с районом станции № 1 (табл. 8).

Таблица 8

**Химизм воды Мшичинского нерестелища по наблюдениям  
в 1960 г. на станциях № 1 и 1-а**

	Станция № 1. Июнь—август	Станция № 1-а. Июнь—июль
O <sub>2</sub> , мг/л	7,7—9,6	9,1—10,8
O <sub>2</sub> % нас.	83,5—112,0	100,0—125,8
pH	7,40—8,20	7,60—8,30
НСО <sub>3</sub>	89,2—111,9	89,8—101,4
Окисляемость, мг/л O <sub>2</sub>	20,8—34,9	23,1—33,1
Цветность, в градусах	52—88	58—91
Железо общее, мг/л	0,10—0,14	0,09—0,17
Нитраты, мг/л N	0—0,040	0—0,041
Фосфаты, мг/л P	0,031 (июль)	0,021 (июль)
Кремний, мг/л Si	1,20—1,32 (июль)	0,47—1,55

Как видно из приведенных данных, в лагуне (станция № 1-а) наблюдались повышенный процент насыщения воды кислородом и более высокий показатель pH. Высокая окисляемость воды



**Химизм воды Мшичинского нерестилища по наблюдениям  
в южной части (ст. 1), восточной (ст. 3), северной (ст. 4) и западной (ст. 5)  
частях залива в июле—августе 1961 г.**

	1 (южная часть)	3 (восточная часть)	4 июнь (северная часть)	5 (западная часть)	ст. № 4 в июле 1950 г.
О <sub>2</sub> , мг/л	7,5—7,6	6,8—7,5	5,7	6,5—8,9	3,9
О <sub>2</sub> % нас.,	79—87	71—84	68	69—106	40
pH	7,00—7,20	6,95—7,15	6,70	6,80—7,40	—
НСО <sub>3</sub> , мг/л	61,5—75,0	64,6—68,9	56,6	61,5—73,8	73,2—79,3
Окисляемость, мг/л О <sub>2</sub>	20,0—25,7	24,9—27,0	34,5	19,6—26,1	48,3—75,5
Цветность, град.	100—130	95—133	170	100—115	300
Железо общее, мг/л	0,18—0,28	0,33—0,43	1,00	0,34—1,25	—
Нитраты, мг/л N	0,022—0,108	0,020—0,166	0,025	0,022—0,070	—
Фосфаты, мг/л P	0,016—0,018	0,016—0,017	—	0,015—0,019	—
Кремний, мг/л Si	0,20—0,68	0,30—0,45	—	0,40—0,50	—



(34,9 и 33,1 мг/л O<sub>2</sub>) при пониженной ее цветности в конце июля и начале августа указывает на поступление в это время в водоем неокрашенных органических соединений при разложении планктонных организмов (показатель цветности 1,5 на станциях № 1 и 2,4, № 1-а). Результаты наблюдений на различных участках Мшичинского залива в 1961 г. показаны в табл. 9. Химизм воды северной части залива (станция № 4) отличается от других его участков пониженным содержанием растворенного в воде кислорода, высокой цветностью и окисляемостью воды и большим содержанием железа. В 1950 г. здесь также было отмечено низкое содержание в воде кислорода и чрезвычайно высокие цветность и окисляемость воды.

На остальных участках залива сколько-нибудь существенной разницы в химизме воды не было, за исключением повышенного содержания железа в восточной и западной частях водоема.

Наблюдения в 1963 г. на трех участках залива (южная часть — станция № 1, восточная часть — станция № 3, середина — станция № 3-а) при среднем его наполнении приведены в табл. 10.

Т а б л и ц а 10

Химизм воды Мшичинского нерестилища по наблюдениям  
в июне—августе 1963 г. на станциях 1 (южная часть), 3-а (середина)  
и 3 (восточная часть)

	1	3-а	3	Русло Мологи против Мшичинского залива в июне и августе
O <sub>2</sub> мг/л	9,2—9,7	8,8—9,7	8,8—9,9	—
O <sub>2</sub> , % насыщения	100,9—107,4	94,0—105,9	95,2—115,6	—
pH	7,20—7,60	7,00—7,40	7,20—7,40	7,20 и 7,40
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/л	61,5—86,1	61,5—79,9	61,5—83,0	78,1 и 96,5
Окисляемость, мг/л O <sub>2</sub>	18,5—23,6	24,0—28,5	22,1—24,0	21,4 и 19,2
Цветность, град.	73—94	74—120	73—120	66 и 53
Железо общее, мг/л	0,03—0,05	0,07—0,08	0,06—0,07	0,15 и 0,04
Нитраты, мг/л N	0,040—0,210	0,049—0,263	0,070—0,240	0,107 и 0,035

Полученные данные указывают на некоторое повышение гумификации воды на середине залива и в его восточной части (более высокая цветность воды, окисляемость и содержание железа), чем на южном участке.

На русловом участке Мологи против Мшичинского залива в это время отмечены пониженная цветность и окисляемость воды по сравнению с южной частью залива.

Повышение гумификации воды по мере удаления от открытого плёса водохранилища свойственно мелководьям левого бе-



рега. В отношении биогенных элементов (нитратов, фосфатов и кремния) каких-либо отчетливо выраженных закономерностей отмечено не было, за исключением падения количества нитратов до аналитического нуля в 1960 г. Следует помнить, что редкие и различные сроки наблюдений не позволяют полностью выявить отличия и закономерности в химизме воды на различных участках водоема, а дают возможность лишь их наметить.

Гидрохимические исследования на Мшичинском нерестилище были продолжены в 1966, 1967 и 1968 годах (приложения 5, 6, 7, 8). Наблюдения велись в южной части залива (станция № 1) и на середине (станция № 3-а) в условиях высокого уровня водохранилища.

Сравнивая данные 1966—1968 годов с наблюдениями в также многоводном 1961 г. (табл. 11) можно отметить, понижение цветности воды и ее окисляемости за последние годы.

Возможно, что это указывает на некоторое уменьшение степени гумификации вод Мшичинского залива.

Таблица 11

Химизм воды Мшичинского нерестилища по наблюдениям в июне-августе за ряд лет в южной части залива (станция № 1)

	1960	1961 (VI—VII)	1963
рН	7,40—8,20	7,00—7,20	7,20—7,60
НСО <sub>3</sub> , мг/л	18,4—111,9	61,5—75,0	61,5—86,1
Окисляемость, мг/л О <sub>2</sub>	20,8—34,9	20,0—25,7	18,5—23,6
Цветность, град.	52—88	100—130	73—94
Железо общее, мг/л	0,10—0,14	0,18—0,28	0,030—0,050
Нитраты, мг/л N	0—0,040	0,022—0,108	0,040—0,210
Фосфаты, мг/л P	0,031 (VII)	0,016—0,018	—
Кремний, мг/л, Si	1,20—1,32	0,20—0,68	—
Уровень водохранилища	8,68—7,78	10,30—9,96	8,70—9,18— —8,16
	1966	1967	1968 (VII—VIII)
рН	7,00—8,20	7,65—7,95	7,90—8,05
НСО <sub>3</sub> , мг/л	58,4—92,2	70,1—95,3	75,0—98,4
Окисляемость, мг/л О <sub>2</sub>	17,2—38,9	17,8—25,1	19,8—21,9
Цветность, град.	66—113	74—120	52—75
Железо общее, мг/л	0,04—0,30	0,07—0,26	0,05—0,06
Нитраты, мг/л N	0,019—0,0227	0,015—0,125	0,038—0,133
Фосфаты, мг/л P	0,014—0,040	0,018—0,026	0,017—0,024
Кремний, мг/л, Si	0,38—0,67	0,17—0,35	0,34
Уровень водохранилища	10,42—9,07	9,98—8,77	10,07—8,95



## Интенсивность фотосинтеза и дыхания на Мшичинском нерестилище

Наблюдения над интенсивностью фотосинтеза и дыхания на Мшичинском нерестилище осуществлялись в 1960, 1961 и 1963 годах кислородным методом (Винберг, 1960). Определялась также биомасса сестона методом бихроматного окисления (Винберг, 1958). Полученные данные приведены в приложениях 9, 10 и 11.

Наблюдения показали, что на глубине 1 м, а в отдельных случаях и на глубине 0,5 м, преобладал процесс деструкции, поэтому можно принять, что компенсационная точка фотосинтеза расположена в интервале глубин 0,5—1 м от поверхности воды.

**П р и м е ч а н и е.** Интенсивность валового фотосинтеза (Ф) и интенсивность дыхания (Д) определялись путем суточной экспозиции склянок на различных глубинах водоема и выражены, так же как и величина истинного фотосинтеза или первичной продукции (Ф—Д) в мг выделенного или поглощенного кислорода на литр за сутки. На основании полученных значений (Ф—Д), отражающих интенсивность накопления органического вещества в водоеме, нами вычислено количество органического вещества, синтезированного в слое воды под 1 м<sup>2</sup> поверхности до 0,5 м (принятая нами мощность трофогенного слоя) в г освобожденного кислорода и в г синтезированного углерода (Продукция — П). Б — биомасса сестона в мг кислорода на литр.

В табл. 12 мы приводим средние величины интенсивности фотосинтеза и дыхания и первичной продукции в трофогенном слое и среднее количество синтезированного под 1 м<sup>2</sup> поверхности в трофогенном слое органического вещества для южной части залива (станция № 1), так как здесь осуществлялись наблюдения в течение всех трех лет.

Выше было указано, что наблюдения в 1960, 1961 и 1963 гг. велись при различном наполнении залива (рис. 2). Годы 1960 и 1963 были маловодными, 1961 г. — многоводным.

Повышенные по сравнению с 1961 годом величины интенсивности фотосинтеза и дыхания наблюдались в 1960 и 1963 гг., особенно в 1960 г. при высокой величине биомассы сестона. В 1961 г. интенсивность фотосинтеза была несколько ниже, но значительно более низкой была и интенсивность дыхания, что и сказалось на величине первичной продукции, которая была выше в 1961 г. по сравнению с 1963 годом.

Таким образом, количество синтезированного под 1 м<sup>2</sup> поверхности в трофогенном слое органического вещества было наиболее высоким в 1960 г. (0,65 г С), наиболее низким в 1963 г. (0,31 г С) и средним в 1961 г. (0,39 г С).

Обращает на себя внимание, что в 1960 и 1961 гг. наполнение водоема в июне было одинаковым, но интенсивность фотосинтеза в 1960 г. достигала 7,95 мг/л кислорода за сутки на глубине 0,1 м и 4,56 на глубине 0,5 м, а в 1963 г. соответственно 4,87 и 3,65 при почти одинаковой интенсивности дыхания (приложения 1, 3). Возможно, что здесь на жизнедеятельности фитопланктона сказалась более высокая в июне 1960 г. температура воздуха (среднемесячная 17,3 против 12,6 в июне 1963 года (табл. 13).



Таблица 12

Средние величины интенсивности фотосинтеза и дыхания и первичной  
продукции по наблюдениям на Мшичинском перестылище в июне—августе  
1960, 1961 и 1963 годов на станции № 1 (южная часть залива)

Год	Ф мг/л	Д кислорода	Ф—Д за сутки	П		Б мг/л O <sub>2</sub>	Средняя температура воздуха за июнь — август
				Освобожденно- го кислорода, г	Связанного углерода, г		
1960	5,93	2,40	+3,53	1,76	0,65	7,40	18,1
1961 *	3,07	0,90	+2,17	1,08	0,39	2,89	17,3
1963	3,46	1,75	+1,71	0,85	0,31	—	15,9

\* Июнь—июль

Таблица 13

Средние месячные температуры воздуха

Год	Июнь	Июль	Август	Средняя за три месяца
1960	17,3	21,0	16,0	18,1
1961	18,3	17,9	15,7	17,3
1963	12,6	18,0	16,8	15,8



В 1960 г. наблюдения над интенсивностью фотосинтеза и дыхания осуществлялись на двух станциях (№ 1 и № 1-а). С июня до августа (приложение 9) было отмечено два периода повышения интенсивности фотосинтеза, первичной продукции и биомассы сестона (приводим данные для глубины 0,1 м): в середине июня — интенсивность фотосинтеза 7,95 мг/л кислорода за сутки, первичная продукция 6,26, биомасса сестона 7,1 мг/л O<sub>2</sub> и в середине июля — интенсивность фотосинтеза 9,67, первичная продукция 3,67 и биомасса сестона 11,6.

По наблюдениям на станции № 1-а от середины июня до конца июля интенсивность фотосинтеза повысилась от 6,83 до 8,44 мг/л кислорода за сутки, интенсивность дыхания от 2,90 до 4,32, биомасса сестона достигла к концу июля величины 14,8 мг/л O<sub>2</sub>.

Таблица 14

Средние величины интенсивности фотосинтеза и дыхания и первичной продукции по наблюдениям на Мшичинском нерестилище в июне — августе 1960 г. на станции № 1 и № 1-а

№ станции	Ф	Д	Ф—Д	П		Б мг л O <sub>2</sub>
	мг/л кислорода за сутки			освобожден- ного кислорода, г	связан- ного углерода, г	
1	5,93	2,40	+3,53	1,76	0,65	7,40
1 а	7,70	3,53	+4,17	2,08	0,77	10,50
VI—VII для глубины 0,1 м	Средние по двум станциям		+3,85	1,92	0,71	8,9

Таким образом (табл. 14) количество синтезированного органического вещества под 1 м<sup>2</sup> поверхности в слое воды до глубины 0,5 м (условно будем называть его в дальнейшем трофогенным слоем) в июле — августе 1960 г. в районе станции № 1 равнялось 0,65 г С, в районе станции № 1-а — 0,77 г С и в среднем по двум станциям — 0,71 г С.

В 1961 (многоводном) году при полном затоплении залива наблюдения осуществлялись на 5 станциях в южной, западной, восточной и северной его частях.

Интенсивность фотосинтеза, дыхания и биомасса сестона в этом году были значительно ниже, чем в 1960 г. (приложение 10). В южной части залива (станции № 1 и 2) и в его западной части (станция № 5) также наметилось некоторое повышение интенсивности фотосинтеза и биомассы сестона в середине июня и конце июля. Так, в середине июня в южной части (станция № 1) интенсивность фотосинтеза была равна 4,18 мг/л кислорода за сутки, в середине июля 2,63 и в конце июля 3,47 при повышении биомассы сестона до 3,48 мг/л O<sub>2</sub>. На станции № 2 при повышении биомассы сестона от 0,37 в середине июня до 0,98 в конце июля, интенсивность фотосинтеза в середине июня была равна 2,33, в середине июля — 1,09 и в конце июля — 2,02. В эти же периоды наметилось повышение и понижение интенсивности дыхания.



В западной части (станция № 5) в середине июня интенсивность фотосинтеза была равна 4,03, интенсивность дыхания—2,10 и биомасса сестона—3,03 мг/л O<sub>2</sub>. В середине июля интенсивность фотосинтеза упала до 0,20 и была почти равной интенсивности дыхания, биомасса сестона упала до 0,78.

В конце июля биомасса сестона повысилась до 1,31 мг/л O<sub>2</sub> при некотором увеличении интенсивности фотосинтеза — 0,75 мг/л кислорода за сутки. Повышение интенсивности фотосинтеза в середине и конце июля и уменьшение ее в середине июля в 1960 и 1961 годах вероятно связано с характером процесса жизнедеятельности фитопланктона, на что указывают данные по величине биомассы сестона.

Т а б л и ц а 15

Средние величины интенсивности фотосинтеза, дыхания и первичной продукции по наблюдениям на Мишинском нерестилище в мае — июне 1961 г. на станциях № 1, 2, 3, 4, 5

№ станций	Ф	Д	Ф—Д	П		Б мг/л O <sub>2</sub>
	мг/л кислорода за сутки			освобожден- ного кислорода, г	связан- ного углерода, г	
1, V—VII	2,62	0,96	— 1,66	0,83	0,30	2,47
2, VI—VII	1,07	0,51	— 0,56	0,28	0,10	0,71
3, V—VII	1,74	0,71	+ 1,05	0,51	0,18	1,06
4, V—VI	1,64	1,34	+ 0,30	0,15	0,05	0,78
5, VI—VII	1,24	0,78	— 0,46	0,23	0,08	1,71
	Средние по пяти станциям		+ 0,81	0,40	0,15	1,34

Исследования (табл. 15) показали, что в 1961 г. наиболее высокая интенсивность фотосинтеза, первичная продукция и биомасса сестона и, соответственно, количество синтезированного в трофогенном слое органического вещества наблюдались в южной части залива (станция № 1). В его северной части (станция № 4) интенсивность фотосинтеза была лишь немногим ниже, чем на станции № 3 (восточная часть), но благодаря высокой интенсивности дыхания количество синтезированного в трофогенном слое органического вещества было наиболее низким по заливу (0,05 г С). Та же закономерность сохраняется при сопоставлении количества синтезированного органического вещества на станциях 1, 3 и 4 по наблюдениям не за все сроки, а по данным, полученным только в мае и июне.

Так, на станции № 1 оно было равным 0,27 г, на станции № 3—0,18 и на станции № 4—0,05.

В среднем по заливу количество синтезированного в трофогенном слое органического вещества в 1961 г. (0,15 г С) было значительно ниже, чем в 1960 году (0,71 г С).

В 1963 г. (при среднем наполнении залива) исследования осуществлялись в южной части залива (станция № 1), в восточной



Средние величины интенсивности фотосинтеза и дыхания и первичной продукции по наблюдениям на Мшичинском нерестилище в июне—августе 1963 г. на станциях № 1, 3 и 3-а

№ станции	Ф	Д	Ф—Д	П	
	мл/г кислорода за сутки			освобожденно-го кислорода, г	связанного углерода, г
1	3,46	1,75	+1,71	0,85	0,31
3	5,40	2,46	+2,94	1,47	0,54
3-а	3,80	2,17	+1,63	0,81	0,30
Средние по трем станциям			+2,09	1,04	0,38

части (станция № 3) и на его середине (станция № 3-а) в конце июня, середине июля и конце августа (приложение 11). Более редкие сроки наблюдений, чем в 1960 и 1961 гг. не позволяют судить о наличии периодов спада и подъема интенсивности фотосинтеза в данном году.

Наметилось понижение величины интенсивности фотосинтеза и первичной продукции от конца июля к концу августа в южной части залива и на его середине. В восточной части имело место незначительное повышение интенсивности фотосинтеза и дыхания к концу августа.

Таким образом, по наблюдениям в 1963 г. (табл. 16) количество синтезированного в трофогенном слое органического вещества было наиболее высоким в восточной части залива.

В результате наблюдений, проведенных в течение трех лет над интенсивностью фотосинтеза и дыхания на Мшичинском заливе и несмотря на их отрывочный характер, все же можно заключить, что количество синтезированного органического вещества (как это уже указано выше) в трофогенном слое было значительно выше при слабом наполнении залива в 1960 г. (0,65 г С), чем при полном и среднем его затоплении в 1961 и 1963 годах (0,39 и 0,31 г С).

Нам представляется, что при слабом наполнении залива, когда урез воды не достигает участков, являющихся источником повышения в воде органических (гумминовых) веществ (северная и восточная части), как это имело место в 1960 г. и до некоторой степени в 1963 г., в водоеме создаются более благоприятные условия для жизнедеятельности фитопланктона.

Наоборот при значительном наполнении залива и постоянном ветровом перемешивании водной массы, вода обогащается органическим веществом автохтонного и аллохтонного происхождения.

Так, цветность воды в южной части залива в 1960 г. колебалась в пределах 52—88 градусов цветности, в 1961 г. — 100—130 и в 1963 г. (при среднем наполнении) — от 73 до 84.

Этот фактор (повышение гумификации воды) может, как нам это кажется, иметь большее значение, чем фактор температуры —



средние месячные температуры в 1960 и 1961 гг. были почти одинаковы.

При слабом наполнении водоема фактор температуры возможно приобретает большее значение.

### Заключение

Химизм воды Мшичинского нерестилища, как и других обособленных мелководных заливов, примыкающих к заболоченному междуречью, отличается повышенной гумификацией по сравнению с химизмом воды открытого плёса Моложского залива.

Наиболее отчетливо это сказывается на химизме воды северной и восточной частей Мшичинского залива, где наблюдается пониженное содержание в воде кислорода, повышенные цветность и окисляемость воды и сдвиг показателя рН в кислую сторону.

Сопоставление данных, полученных в 1961 и 1966—1968 годах для южной части залива, указывает на некоторое понижение цветности воды и ее окисляемости за последние годы.

Биогенные элементы (нитраты, фосфаты, кремний) постоянно присутствуют в воде нерестилища. Падение количества нитратов до аналитического нуля наблюдалось один раз в 1960 г. при высокой интенсивности фотосинтеза.

Наиболее высокая интенсивность фотосинтеза за три года наблюдений была отмечена в 1960 г., самая низкая — в 1961 г. в соответствии с колебаниями биомассы сестона.

Периодические вспышки и спады интенсивности фотосинтеза позволяют судить о характере процесса жизнедеятельности фитопланктона на Мшичинском нерестилище.

Средняя за отдельные годы величина синтезированного в трофогенном слое органического вещества наибольшей была в 1960 г. (0,69 г С) и самой низкой — в 1961 г. (0,17 г С).

Сравнение количества синтезированного в трофогенном слое органического вещества по трем нерестилищам Дарвинского заповедника показывает, что оно является наибольшим на Мшичинском нерестилище (0,41 г С), наименьшим на Бор-Тимонинском (0,16 г С).

Лошинское нерестилище занимает в этом отношении промежуточное положение (0,30 г С).

### ЛИТЕРАТУРА

Аничкова Н. И. Гидрохимический режим нерестилищ Дарвинского заповедника. Сообщение I. Тр. Дарв. гос. заповедника, вып. 10, 1970.

Винберг Г. Г. Общие задачи и некоторые методы гидробиологических исследований на рыбохозяйственных прудах. Гидробиологические исследования на рыбоводных прудах БССР. Минск, 1958.

Винберг Г. Г. Первичная продукция водоемов. Минск, 1960.

Кузнецов С. И. Роль микроорганизмов в круговороте веществ в озерах. М. 1952.

Кутова Т. Н. Растительность Мшичинского залива. Настоящий сборник.



**Содержание растворенного в воде кислорода на различных участках  
Мшинского залива по наблюдениям в 1948 и 1949 годах**

Дата	Южная часть ст. № 1		Середина ст. № 3		Западная часть				Северная часть ст. № 4	
					Затопленный ольшаник		Затопленный луг, ст. № 5			
	мг/л	% насыщ.	мг/л	% насыщ.	мг/л	% насыщ.	мг/л	% насыщ.	мг/л	% насыщ.
1948 г.										
4.V	9,8	90,3	10,4	90,8	—	—	—	—	—	—
14.V	8,6	80,5	7,4	70,3	—	—	—	—	—	—
7.VI	7,4	86,1	7,4	87,3	—	—	—	—	—	—
1949 г.										
9.V	14,8	134	15,1	134	14,5	130	5,7	51	14,7	122
20.V	10,2	102	9,3	93	8,4	91	8,6	88	7,0	76
10.VI	10,7	118	8,7	96	8,4	93	8,7	99	8,7	98
21.VI	10,7	121	10,7	107	10,4	103,7	10,4	111	11,7	122
7.VII	7,5	84	7,3	81	4,2	47	6,5	73	4,6	52
20.VII	10,1	106	8,7	95	7,3	77	8,5	88	3,5	37
8.VIII	9,0	93	8,6	94	7,9	81	8,2	84	10,6	109
27.VIII	9,5	93	8,8	83	11,6	115	10,9	102	9,2	88
7.IX	8,8	88	7,0	69	6,3	61	6,7	65	7,7	75
14.X	14,6	109	14,9	111	13,8	108	—	—	—	—
Глубина стан- ции, в м	2—5		1,0—1,6		0,5—1,5		0,25—0,50		0,25—0,50	



## Химизм воды Мшичинского

Место наблюдений	Дата	Глубина станции, м	Глубина пробы, м	t° воздуха прозрач. см	t° воды	Кислород	
						мг/л	% насыщ.
Станция № 1	15.VI	1,9	0,1	24,8	21,8	9,5	105,4
			0,5	—	21,8	9,5	105,4
			1,0	—	21,6	9,8	108,7
			1,6	—	21,5	9,6	106,7
Станция № 1-а	15.VI	0,6	0,1	24,8 до дна	22,2	10,0	112,0
Станция № 1	5.VII	2,0	0,1	19,3	20,4	7,7	83,5
			0,5	50	20,3	8,3	90,3
			1,5	—	20,0	7,2	77,7
Станция № 1-а	5.VII	0,4	0,1	19,3 до дна	20,8	9,1	100,0
Станция № 1	25.VII	2,1	0,1	27,0	24,5	9,6	112,0
			0,5	50	24,2	9,5	110,5
			1,0	—	23,9	8,9	103,4
Станция № 1-а	25.VII	0,7	0,1	25,0 45	25,6	10,8	125,8
Станция № 1	18.VIII	3,0	0,1	18,9	17,4	8,0	82,6
			0,5	50	17,4	7,8	80,2
			1,0	—	17,6	8,1	83,8
			2,5	—	17,6	8,4	86,4

## нерестилища по наблюдениям в 1960 г.

pH	CO <sub>2</sub> , мг/л	HCO <sub>3</sub> , мг/л	Окисляемость перманг., мг/л O <sub>2</sub>	Цветн., град.	Коеф. цветн.	Железо общее, мг/л	Нитраты, мг/л N	Фосфаты, мг/л P	Кремний, мг/л Si
8,20	0,02	—	28,6	80	3,0	0,10	0,018	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8,25	0,01	—	—	—	—	—	—	—	—
8,25	0,01	—	33,1	91	3,0	0,09	0,010	—	0,47
7,40	6,6	89,2	20,8	88	4,2	0,10	0	—	1,32
7,40	6,6	—	—	—	—	—	—	—	—
7,20	6,8	—	—	—	—	—	—	—	—
7,60	6,6	89,8	23,1	90	3,6	0,17	0	—	0,82
8,20	0	104,5	21,5	55	2,6	0,14	0,040	0,031	1,20
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8,30	0	101,5	23,8	58	2,4	0,17	0,041	0,021	1,55
7,60	6,6	111,9	34,9	52	1,5	—	0,021	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7,50	—	—	—	—	—	—	—	—	—



Место наблюдений	Дата	Глубина станции, м	Глубина пробы, м	t° воздуха прогр., с.м.	t° воды	Кислород	
						мг/л	% насыщ.
Ст. № 1	29.V	5,0	0,1	22,0	19,4	9,9	106
			0,5	85	19,2	10,5	112
			1,0	—	17,9	10,8	112
			2,0	—	16,2	—	—
			3,0	—	13,9	8,1	78
			4,75	—	13,6	8,1	77
,	16.VI	4,9	0,1	24,5	23,8	7,6	87
			0,5	70	23,8	7,6	87
			1,0	—	23,8	7,5	86
			2,0	—	23,4	7,3	83
			4,5	—	23,4	7,0	80
			—	—	—	—	—
,	13.VII	5,0	0,1	17,8	18,0	7,6	79
			0,5	70	18,2	7,5	79
			1,0	—	18,2	7,7	80
			—	—	—	—	—
			—	—	—	—	—
			—	—	—	—	—
,	28.VII	3,0	0,1	18,5	19,0	7,5	79
			0,5	70	19,1	7,4	78
			1,0	—	19,1	7,4	78
			—	—	—	—	—
			—	—	—	—	—
			—	—	—	—	—
Ст. № 2	16.VI	0,8	0,1	23,5	24,4	7,3	85
			0,5	до дна	23,2	6,9	79
			—	—	—	—	—
			—	—	—	—	—
			—	—	—	—	—
			—	—	—	—	—
,	13.VII	0,7	0,1	19,5	18,0	4,3	45
			0,5	до дна	17,6	3,8	40
			—	—	—	—	—
			—	—	—	—	—
			—	—	—	—	—
			—	—	—	—	—
,	28.VII	1,0	0,1	20,5	19,5	8,0	86
			0,5	75	19,1	5,6	59
			—	—	—	—	—
			—	—	—	—	—
			—	—	—	—	—
			—	—	—	—	—
Ст. № 3	29.V	1,3	0,1	21,0	18,9	9,5	101
			0,5	90	18,7	9,4	100
			1,0	—	15,7	9,4	93
			—	—	—	—	—
			—	—	—	—	—
			—	—	—	—	—
,	16.VI	1,3	0,1	25,4	25,1	7,1	84
			0,5	85	24,4	7,5	88
			1,0	—	23,4	6,4	73
			—	—	—	—	—
			—	—	—	—	—
			—	—	—	—	—
,	13.VII	1,0	0,1	18,5	18,2	6,8	71
			0,5	85	18,2	6,6	69
			—	—	—	—	—
			—	—	—	—	—
			—	—	—	—	—
			—	—	—	—	—
,	28.VII	1,0	0,1	19,0	19,0	7,5	79
			0,5	до дна	19,0	7,2	76
			—	—	—	—	—
			—	—	—	—	—
			—	—	—	—	—
			—	—	—	—	—

по наблюдениям в 1961 г.

pH	CO <sub>2</sub> , мг/л	HCO <sub>3</sub> , мг/л	Окисляемость, перманг., O <sub>2</sub> , мг/л	Цветность, град.	Коэффициент цветности	Железо общее, мг/л	Нитраты, мг/л N	Фосфаты, мг/л P	Кремний, мг/л Si
7,20	7,3	49,2	24,8	110	4,4	0,26	0,016	0,016	0,60
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6,90	13,2	49,2	—	—	—	0,37	0,020	—	—
7,10	8,8	61,5	25,7	130	5,1	0,28	0,022	0,018	0,20
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7,00	11,1	61,5	25,4	—	—	—	—	—	—
7,20	12,1	79,9	23,5	118	4,5	0,25	0,080	—	0,68
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7,20	7,0	75,0	20,0	100	5,0	0,18	0,108	0,016	0,61
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,05	11,1	61,5	26,1	125	4,8	0,30	0,025	0,016	0,20
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,50	39,6	65,2	20,8	130	6,2	0,45	0,059	0,018	0,14
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,00	9,9	73,8	20,9	92	4,4	0,33	0,096	0,019	0,33
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,10	9,2	47,3	29,8	140	5,0	0,28	0,020	0,016	0,60
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,10	9,9	64,6	27,0	130	5,0	0,36	0,022	0,017	0,30
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,95	15,4	68,3	24,9	133	5,3	0,33	0,166	0,016	0,45
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,15	8,4	68,9	24,9	95	3,7	0,43	0,108	0,017	0,31
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—



# Химизм воды Мшичинского перестылища

Место наблюдений	Дата	Глубина стан- ций, м	Глубина пробы, м	t° воз- духа прозр., см	t° воды	Кислород	
						мг/л	% насыщ
Ст. № 4	29.V	1,0	0,1	23,0	20,8	8,5	92
			0,5	60	19,1	8,5	90
	16.VI	0,7	0,1	26,0 до дна	26,8	5,7	68
Ст. № 5	16.VI	1,1	0,1	25,0	26,1	8,9	106
			0,5	55	26,1	8,5	101
	13.VII	0,9	0,1	19,5	18,7	9,1	96
			0,5	75	18,2	8,8	92
	28.VII	0,9	0,1	20,0	19,1	6,5	69
			0,5	60	18,6	5,1	50

## Продолжение приложения 3

по наблюдениям в 1961 г.

pH	CO <sub>2</sub> , мг/л	HCO <sub>3</sub> , мг/л	Окисляемость, перманг., мг/л O <sub>2</sub>	Цветность град.	Коэффициент цветности	Железо общее, мг/л	Нитраты, мг/л N	Фосфаты, мг/л P	кремний, мг/л Si
6,90	12,1	43,05	30,9	160	5,1	0,27	0,026	0,018	0,71
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6,70	15,4	56,6	34,5	170	5,0	1,00	0,025	—	—
7,40	4,4	61,5	26,1	115	4,4	0,34	0,022	0,015	0,40
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7,10	8,8	70,7	20,1	111	5,5	0,40	0,070	—	0,40
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6,80	19,8	73,8	19,6	100	5,1	1,25	0,060	0,019	0,50
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—



## Химизм воды Мшичинского перестилища

Место наблюдений	Дата	Глубина станции, м	Глубина пробы, м	t° возд. прозр., см	t° воды	Кислород	
						мг/л	% насыщ.
Ст. № 1	25.VI	3,0	0,1	18,0	18,2	9,67	100,9
			0,5	95	18,0	9,67	100,5
			1,0	—	18,0	9,67	101,4
Ст. № 3-а	25.VI	2,0	0,1	18,0	18,2	9,76	101,8
			0,5	70	18,2	9,67	100,9
Ст. № 3	25.VI	0,5	0,1	18,0	19,2	9,76	103,7
			до дна				
Ст. № 1	16.VII	3,7	0,1	26,0	24,4	9,23	107,4
			0,5	60	24,2	9,40	109,0
			1,0	—	23,8	9,17	105,6
			2,0	—	22,0	7,60	84,9
			3,0	—	21,6	7,12	79,0
Ст. № 3-а	16.VII	2,4	0,1	26,0	23,6	9,23	105,9
			0,5	50	23,3	8,80	100,5
			1,0	—	22,0	7,10	80,0
			2,0	—	21,6	7,00	77,6
Ст. № 3	16.VII	0,8	0,1	26,0	24,6	9,91	115,6
			0,5	55	24,1	10,00	115,7
Ст. № 1	23.VIII	3,0	0,1	22,0	20,0	9,59	103,3
			0,5	63	20,0	9,00	99,0
			2,7	—	19,4	8,58	90,5
Ст. № 3-а	23.VIII	1,75	0,1	21,0	19,2	8,84	94,0
			0,5	58	19,2	8,84	94,0
			1,0	—	19,2	8,84	94,0
Ст. № 3	23.VIII	0,6	0,1	21,0	19,8	8,86	95,2
			до дна				

## по наблюдениям в 1963 г.

pH	CO <sub>2</sub> , мг/л	HCO <sub>3</sub> , мг/л	Окисляемость перманган., мг/л O <sub>2</sub>	Цветность, град.	Коэффициент цветности	Железо общее, мг/л	Нитра- ты, мг/л N
7,60	6,6	86,1	23,6	73	3,1	0,05	0,040
—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
7,40	6,6	79,9	24,0	74	3,0	0,08	0,049
7,40	—	—	—	—	—	—	—
7,40	6,6	78,0	24,0	73	3,0	0,07	0,070
7,20	5,5	61,5	18,5	94	5,0	0,03	0,210
—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
7,00	4,4	61,5	25,7	120	4,6	0,07	0,263
—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
7,20	5,5	61,5	23,5	120	5,1	0,07	0,240
—	—	—	—	—	—	—	—
7,60	6,6	76,8	19,8	73	4,0	0,05	0,015
—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
7,40	6,6	83,0	28,5	98	3,4	0,07	0,107
—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
7,30	6,0	83,0	22,1	83	3,7	0,06	0,150



Химизм воды Мшичинского нерестилища  
на станции № 1

Дата	Глубина станции, м	Глуби- на про- бы, м	t° возд. прозр., см	t° воды	Кислород		pH	CO <sub>2</sub> , мг/л
					мг/л	% насыщ.		
31.V	5,0	0,5	—	20,2	8,2	89,0	7,20	6,4
		4,5	85	19,3	7,9	83,9	7,10	6,4
21.VI	4,0	0,5	25,0	22,3	9,1	102,2	7,00	5,5
		3,5	130	19,5	8,6	92,0	7,00	6,6
7.VII	4,0	0,5	22,5 104	21,6	8,0	89,1	7,25	8,4
18.VII	4,0	0,5	25,5	22,1	12,3	137,2	8,20	0,2
		3,5	95	20,8	9,5	103,5	7,30	6,6
15.VIII	4,0	0,5	23,0	19,4	8,0	85,3	7,65	9,9
		3,5	75	19,3	8,1	86,6	7,60	8,8
12.X	3,0	0,5	— 88	5,20	—	—	7,90	—

по наблюдениям в 1966 г.  
(южная часть)

НСО <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/л	Жесткость, мг. экв.	Окисляемость перманганатная, мг/л O <sub>2</sub>	Цветность, град.	Коэффициент цветности	Железо общее, мг/л	Нитра- ты, мг/л N	Фосфа- ты, мг/л P	Кремний, мг/л Si
мг. экв.								
41,2 0,67	0,98	25,8	130	5,0	0,13	0,020	0,023	0,42
—	—	—	—	—	—	—	—	—
58,4 0,95	1,22	23,6	113	4,7	0,23	0,019	0,014	0,38
—	—	—	—	—	—	—	—	—
67,6 1,10	1,50	38,9	100	2,6	0,30	0,026	0,020	0,42
73,8 1,20	—	17,2	73	4,2	0,07	0,027	0,040	0,43
—	—	14,8	—	—	0,50	—	—	—
92,2 1,50	1,92	20,2	66	3,2	0,04	0,227	0,018	0,67
—	—	19,5	—	—	—	—	—	—
123,6 2,01	—	17,9	52	3,0	0,21	—	—	1,07



Химизм воды Мшичинского нерестилища  
на станции № 1

Дата	Глубина станции, м	Глубина про- бы, м	t° возд. прогр., с.м	t° воды	Кислород		pH	CO <sub>2</sub> , мг/л
					мг/л	% насыщ.		
13.V	6,2	0,5	<u>17,5</u> 110	5,2	—	—	—	—
18.V	5,5	0,5	—	16,8	9,5	86,4	7,20	4,4
		5,0	<u>105</u>	15,9	8,9	88,7	7,20	6,6
10.VI	4,1	0,5	<u>17,0</u> 90	16,0	10,1	100,9	7,95	2,2
26.VI	4,0	0,5	<u>20,0</u> 85	18,8	8,3	87,4	7,80	5,5
11.VII	4,5	0,5	<u>23,5</u> 80	21,0	8,3	90,0	7,65	6,8
26.VII	4,6	0,5	<u>23,0</u> 60	20,5	9,5	103,0	7,90	3,3
22.VIII	4,0	0,5	<u>20,0</u> 65	19,9	7,9	85,3	7,80	6,2
1.IX	3,7	0,5	<u>18,5</u> 55	18,4	7,9	83,1	7,75	5,1
18.IX	4,0	0,5	<u>10,0</u> 85	12,0	9,4	86,6	7,80	6,8
21.X	2,5	0,5	<u>2,0</u> 90	4,6	10,0	77,7	7,80	8,4
15.XI	2,9	0,5	<u>0,5</u> 90	2,1	12,0	87,6	7,70	14,3

по наблюдениям в 1967 г.  
(южная часть)

НСО <sub>3</sub> , мг/л	Окисляемость перманганатная, мг/л O <sub>2</sub>	Цветность, град.	Коэффициент цветности	Железо общее, мг/л	Нитраты, мг/л N	Кремний, мг/л Si	Фосфаты, мг/л P
53,5	26,1	92	3,5	0,20	0,095	0,77	0,029
49,2	20,3	95	4,1	0,21	0,052	1,27	0,020
49,2	20,9	—	—	0,22	0,051	—	—
70,1	25,1	120	4,8	0,18	0,116	0,20	0,026
79,9	18,2	94	5,1	0,20	0,015	0,25	0,018
76,9	22,1	94	3,3	0,26	0,056	0,35	0,022
79,9	20,3	84	4,1	0,07	0,030	0,17	0,022
95,3	17,8	80	4,5	0,12	0,125	0,32	0,019
86,1	16,9	70	4,1	0,09	0,020	0,37	0,013
101,5	16,6	47	2,8	0,07	0,064	0,50	0,017
113,8	18,6	75	4,0	0,42	0,095	0,74	0,015
116,8	19,4	73	3,7	0,50	0,080	0,33	0,021



**Химизм воды Мшичинского перестыляща  
на станции**

Дата	Глубина станции, м	Глубина пробы, м	t° возд. прозр., см	t° воды	Кислород		рН	CO <sub>2</sub> , мг/л
					мг/л	% насыщ.		
13.V	2,5	0,5	— 105	5,0	—	—	—	—
18.V	3,5	0,5	16,0 75	17,6	9,5	98,0	7,20	6,6
10.VI	3,0	0,5	16,6 55	16,6	10,2	103,6	8,20	0,2
26.VI	3,0	0,5	19,5 60	18,2	9,1	94,6	7,80	4,4
11.VII	2,6	0,5	21,5 75	21,0	9,6	104,1	8,00	3,3
26.VII	1,2	0,5	23,0 55	20,9	10,6	116,4	8,20	0,2
22.VIII	2,2	0,5	19,6 65	19,0	8,1	86,8	7,80	5,3
1.IX	2,2	0,5	18,5 60	18,7	9,3	97,5	7,95	3,3
18.IX	1,8	0,5	10,0 75	12,3	9,5	88,4	7,80	6,6
21.X	1,9	0,5	1,5 70	3,0	11,4	85,5	7,75	8,4

**Химизм воды Мшичинского перестыляща по наблюдениям в 1968 году**

Дата	Глубина станции, м	Глубина пробы, м	t° возд. прозр., см	t° воды	Кислород		рН
					мг/л	% насыщ.	
29.VII ст. № 1	4,2	0,5	21,5 100	17,3	10,16	104,2	8,05
ст. № 3-а	2,5	0,5	— 80	17,2	11,66	119,5	8,60
30.VIII ст. № 1	3,2 —	0,5 2,7	26,0 85	20,5 20,4	7,33 7,13	80,0 77,3	7,90 7,80

Приложение 7

по наблюдениям в 1967 г.  
№ 3-а (середина)

НСО <sub>3</sub> мг/л	Окисляемость перманганатная, мг/л O <sub>2</sub>	Цветность, град.	Коэффициент цветности	Железо общее, мг/л	Нитраты, мг/л N	Фосфаты, мг/л P	Кремний, мг/л Si
50,4	25,8	91	3,5	0,20	0,250	—	—
53,5	19,0	90	5,0	0,22	0,081	0,028	0,67
59,6	26,7	120	4,5	0,30	0,140	0,015	0,40
75,0	29,0	95	3,3	0,21	0,024	0,023	0,26
78,7	21,7	83	3,8	0,18	0,106	0,023	1,00
79,9	19,4	74	3,8	0,08	0,027	0,022	0,23
93,5	25,3	90	3,5	0,16	0,160	0,024	0,37
86,1	23,1	74	3,2	0,09	0,021	0,016	0,07
86,1	12,8	47	3,6	0,07	0,200	0,020	0,15
104,5	21,4	75	3,5	0,43	0,330	0,017	0,41

Приложение 8

в южной части (ст. № 1) и на его середине (ст. № 3) в июле-августе

CO <sub>2</sub> , мг/л	НСО <sub>3</sub> , мг/л	Окисляемость, мг/л O <sub>2</sub>	Цветность, град.	Коэффициент цветности	Железо общес, мг/л	Нитраты, мг/л N	Фосфаты мг/л P	Кремний, мг/л Si
8,8	75,0	21,9	75	3,4	0,05	0,133	0,017	0,34
—	71,9	20,9	75	3,1	0,03	0,131	0,017	0,29
7,0 8,8	98,4 —	19,8 —	52 —	2,6 —	0,06 —	0,038 —	0,017 —	— —



## Интенсивность фотосинтеза (Ф) и дыхания (Д) на Мшичинском нерестилище по наблюдениям в 1960 году

№ станции	Дата	Глубина станции, м	Температура воздуха	Глубина погружения склянки, м	t° воды	Ф	Д	Ф—Д	Б
			прозрачн., см			мг/л кислорода за сутки			мг/л O <sub>2</sub>
1	15.VI	1,90	2,48	0,1	21,8	7,95	1,69	+6,26	7,1
			—	0,5	21,8	4,56	2,03	+2,53	—
				1,0	21,6	1,02	2,36	—1,34	—
1	5.VII	2,0	19,3	0,1	20,4	5,32	2,10	+3,22	4,7
			50	0,5	20,3	5,13	2,74	+2,39	—
1	25.VII	2,15	2,70	0,1	24,5	9,67	3,76	+5,91	11,6
			50	0,5	24,2	5,27	2,70	+1,57	—
				1,0	23,9	1,32	2,98	—1,66	—
1	18.VIII	3,0	18,9	0,1	17,4	7,00	3,00	+4,00	6,2
			50	0,5	17,4	2,58	1,16	+1,42	—
				1,0	17,6	0,95	1,28	—0,33	—
1-а	15.VI	0,60	24,8	0,1	22,2	6,83	2,90	+3,93	9,8
1-а	5.VII	0,40	19,3	0,1	20,8	7,84	3,38	+4,46	7,0
			до дна						
1-а	25.VII	0,75	25,0	0,1	25,6	8,44	4,32	+4,12	14,8



**Интенсивность фотосинтеза (Ф) и дыхания (Д) на Мшичинском нерестилище  
по наблюдениям в 1961 г.**

№ станции	Дата	Глубина станции, м	t° воз- духа	Глубина погружения склянки, м	t° воды	Ф	Д	Ф—Д	Б мг/л O <sub>2</sub>
			прозрачн., см			мг/л кислорода за сутки			
1	29.V	5,0	22,0	0,1	19,4	1,37	0,96	+0,41	1,19
			85	0,5	19,2	1,19	1,28	—0,09	—
				1,0	17,9	1,35	1,62	—0,27	—
1	16.VI	4,9	24,5	0,1	23,8	4,18	1,21	+2,97	2,60
			70	0,5	23,8	3,76	1,19	+2,57	—
				1,0	23,8	1,58	1,30	+0,28	—
				2,0	23,4	0	1,09	—1,09	—
1	13.VII	5,0	17,8	0,1	18,0	2,63	0,44	+2,19	—
			70	0,5	18,2	1,32	—	—	—
				1,0	18,2	1,43	0,98	+0,45	—
1	28.VII	3,0	18,5	0,1	19,0	3,47	0,81	+2,66	3,48
			70	0,5	19,1	3,06	0,83	+2,23	—
				1,0	19,1	1,14	0,79	+0,35	—
2	16.VI	0,8	23,5	0,1	24,4	2,33	0,92	+1,41	0,37
			до дна	0,5	23,2	0	0,98	—0,98	—
2	13.VII	0,7	19,5	0,1	18,0	1,09	0,22	+0,87	0,88
			до дна	0,5	17,6	0,17	1,16	0	—
2	28.VII	1,0	20,5	0,1	19,5	2,02	0,57	+1,45	0,98
			75	0,5	19,1	0,80	0,24	+0,56	—



№ станции	Дата	Глубина станции, <i>м</i>	t° воз- духа	Глубина погружения склянки, <i>м</i>	t° воды	Ф	Д	Ф — Д	Б <i>мг/л</i> O <sub>2</sub>
			прозрачн., <i>с.м</i>			<i>мг/л</i> кислорода за сутки			
3	29.V	1,3	21,0	0,1	18,9	1,20	0,55	+0,65	—
			90	0,5	18,7	1,75	0,70	+1,05	—
			.	1,0	15,7	0,59	0,63	—0,04	—
3	16.VI	1,3	25,4	0,1	25,1	1,57	0,94	+0,63	0,37
			85	0,5	24,4	1,68	1,11	+0,57	—
3	13.VII	1,0	18,5	0,1	18,2	1,59	0,50	+1,09	0,57
			85	0,5	18,2	0,85	0,50	+0,35	—
3	28.VII	1,0	19,0	0,1	19,0	3,10	0,80	+2,30	2,25
			до дна	0,5	19,0	2,33	0,59	+1,74	—
4	29.V	1,0	23,0	0,1	20,8	2,02	1,18	+0,84	0,78
			60	0,5	19,1	1,39	0,87	+0,52	—
4	16.VI	0,75	26,0	0,1	26,8	1,53	1,99	—0,46	—
			до дна						
5	16.VI	1,1	25,0	0,1	26,1	4,03	2,10	+1,93	3,03
			55	0,5	26,1	2,12	1,25	0,87	—
5	13.VII	0,9	19,5	0,1	18,7	0,20	0,13	0,07	0,78
			75	0,5	18,2	0	0,25	—0,25	—
5	28.VII	0,9	20,0	0,1	19,1	0,75	0,56	0,19	1,31
			60	0,5	18,6	0,35	0,39	—0,04	—



## Интенсивность фотосинтеза (Ф) и дыхания (Д) на Мипичинском нерестилище по наблюдениям в 1963 г.

№ станции	Дата	Глубина станции, м	t° воздуха	Глубина погружения склянки, м	t° воды	Ф	Д	Ф — Д
			прозрачн., см			мг/л кислорода за сутки		
1	25.VI	3,0	18,0	0,1	18,2	4,87	1,90	+2,97
			95	0,5	18,0	3,65	1,90	+1,75
				1,0	18,0	1,84	1,72	+0,12
1	16.VII	3,7	26,0	0,1	24,4	4,38	1,95	+2,43
			60	0,5	24,2	2,45	2,04	+0,41
				1,0	23,8	1,28	2,24	—0,96
				2,0	22,0	0,27	1,87	—0,60
1	23.VIII	3,0	22,0	0,1	20,1	3,27	1,64	+1,63
			63	0,5	20,1	2,13	1,04	+1,09
				1,0	20,1	0,07	1,86	—1,79
3	25.VI	0,5	18,0	0,1	19,2	5,46	2,45	+3,01
3	16.VII	0,85	до дна					
			26,0	0,1	24,6	5,94	2,73	+3,21
3	23.VIII	0,6	55	0,5	24,1	4,58	2,82	+1,76
			21,0	0,1	19,8	5,54	1,85	+3,69
3-а	25.VI	2,0	до дна					
			18,0	0,1	18,2	5,45	2,44	+3,01
3-а	16.VII	2,4	70	0,5	18,2	2,68	2,27	+0,41
			26,0	0,1	23,6	4,90	2,55	+2,35
3-а	23.VIII	1,75	50	0,5	23,3	2,98	2,12	+0,86
				1,0	22,0	0,59	1,62	—1,03
			21,0	0,1	19,2	4,84	1,83	+3,01
3-а	23.VIII	1,75	58	0,5	19,2	1,99	1,83	+0,16
				1,0	19,4	0,65	1,83	—1,18



Т. Н. КУТОВА

## РАСТИТЕЛЬНОСТЬ МШИЧИНСКОГО ЗАЛИВА

Мшичинский залив представляет собой часть Моложского залива Рыбинского водохранилища и находится в четырех километрах от поселка Борок — центральной усадьбы заповедника (рис. 1).

Залив образовался в результате затопления низины, по которой протекал Мшичинский ручей. Здесь была расположена деревня Мшичино и примыкающие к ней сельскохозяйственные угодья (огороды, покосы, выпасы). Низину окружали леса с преобладанием сосновых; в северной части этой местности были также еловые, елово-сосновые и елово-березовые леса.

При наполнении водохранилища до проектной отметки площадь залива равна  $5 \text{ км}^2$ , длина береговой линии —  $8 \text{ км}$ , глубина залива —  $3 \text{ м}$ , ширина  $2\text{—}2,5 \text{ км}$ . Глубина воды в заливе зависит от уровня воды в водохранилище и меняется как в течение одного года, так и в разные годы. Большая часть залива лежит в зоне временного затопления с глубиной до  $1 \text{ м}$  при проектном уровне, а в центральной части глубина не превышает  $2\text{—}3 \text{ м}$ ; наибольшие глубины соответствуют бывшему руслу ручья. В годы с низким уровнем воды залив почти полностью осушается и тогда русло бывает хорошо заметно. Остается вода также в различного рода понижениях рельефа.

Мшичинский залив довольно сильно изолирован от Моложского залива, так как отделен от него системой островов, частично заливающихся только при очень высокой воде, т. е. не ежегодно и на сравнительно короткий срок.

Ботанические исследования в Мшичинском заливе начались с 1946 г., когда были заложены первые постоянные профили с целью изучения влияния водохранилища на наземные растительные сообщества и на формирование новой растительности\*. Позже работы были расширены в связи с комплексным изучением Мшичинского залива, как одного из нерестилищ водохранилища.

Двадцатичетырехлетние систематические наблюдения дали картину смены луговой и лесной растительности в зоне времен-

\* Первые работы в 1946—1948 гг. проводились сотрудниками заповедника А. М. Леонтьевым и Л. И. Самсоновой.



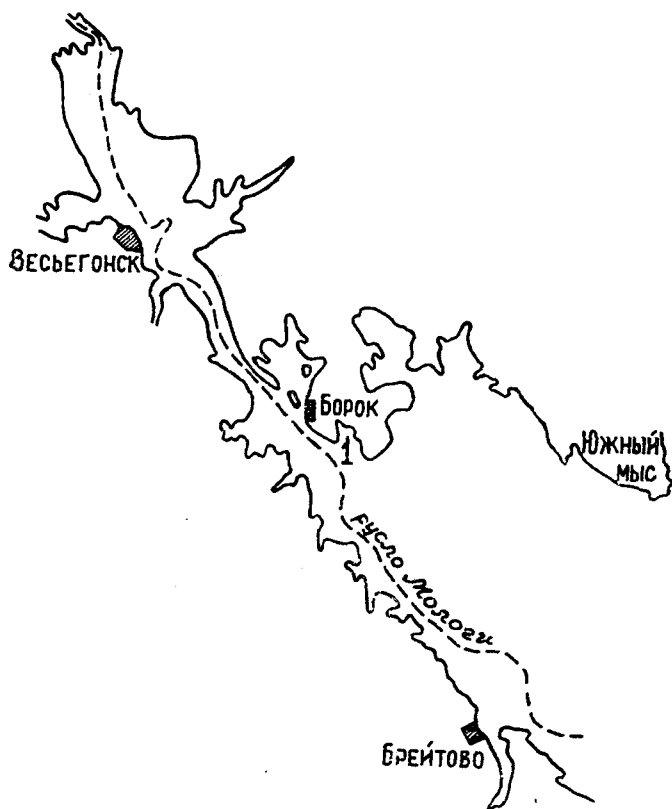


Рис. 1. Моложский залив Рыбинского водохранилища  
1 — Мшичинский залив.

ного затопления прибрежноводными формациями и изменений последних на разных этапах жизни водохранилища.

Луговая растительность по берегам залива в первые годы наполнения водохранилища была представлена ассоциациями полевицы обыкновенной (*Agrostis vulgaris* With.), мятлика лугового (*Poa pratensis* L.) и овсяницы желобчатой (*Festuca sulcata* Hack.). На одном из участков находилась редкая для этих мест ассоциация тонконога (*Koeleria glauca* D. C.).

На тех участках суши, которые в 1947 г., при первом наполнении водохранилища до проектного уровня, заливались на короткий срок и обсыхали в середине лета, прежний растительный покров сохранялся. При более сильном затоплении почти все наземные растения погибали в первый же год. Наиболее выносливым оказался пырей ползучий (*Agropyron repens* (L.) P. B.), обилие которого иногда даже увеличивалось. Почти такой же устойчивостью к затоплению обладала щучка дернистая (*Deschampsia*



caespitosa (L.) P. B.). На второй год затопления на месте разрушенного наземного ценоза появлялось много новых растений, главным образом из группы влаголюбивых. Особенно много появилось мятлика болотного (*Poa palustris* L.), подмаренника болотного (*Galium palustre* L.), лютика жгучего и л. ползучего (*Ranunculus flammula* L. и *R. repens* L.). Начали расти осока заячья (*Carex leporina* L.), жерушник исландский (*Rorippa islandica* (Oeder) Borbas), вероника щитковая (*Veronica scutellata* L.) и другие. Появляется также осока пузырчатая (*Carex vesicaria* L.), которая в 1949 г. образует уже довольно сомкнутый ценоз.

В понижениях рельефа, затопление которых началось с 1946 г., на третий год наиболее энергичная вегетация наблюдалась только после спада воды в сентябре. Доминантами здесь были мятлик болотный, лисохвост равный (*Alópecurus aequalis* Sobol.), лютик жгучий.

Рогоз широколистный (*Typha latifolia* L.) в зоне затопления Мшичинского залива начал появляться с 1946 г., но заросли его, как сомкнутый ценоз, сформировались в 1949 году.

Растительность наиболее высоких мест все эти годы испытывала действие сильного подтопления. Под его влиянием смена растительного покрова проходила гораздо медленнее. Луговые растения постепенно выпадали из травостоя и увеличивалось обилие более влаголюбивых видов: осоки заячьей, о. дернистой (*Carex caespitosa* L.), о. черной (*C. nigra* (L.) Reichard), ситника нитевидного (*Juncus filiformis* L.), с. блестящего (*J. lamprocarpus* Ehrh.) и других. Позже, когда эти участки тоже попали в зону затопления, мелкоосочники и ситники выпали и их сменили сначала заросли временников, а затем сюда распространились крупноосочники и возникли ивняки.

В затопленных лесах изменения в растительном покрове имели свои особенности. Лесные виды погибали прежде всего там, где глубина воды и продолжительность затопления были больше и сразу же здесь появлялись водные растения: ряска малая (*Lemna minor* L.), пузырчатка обыкновенная (*Utricularia vulgaris* L.), водокрас (*Hydrocharis morsus-ranae* L.), роголистник темно-зеленый (*Ceratophyllum demersum* L.). На кочках и других возвышениях микрорельефа еще несколько лет продолжала расти клюква (*Oxycoccus quadripetalus* Gilib.), майник (*Majanthemum bifolium* (L.) Fr. Schmidt), брусника (*Vaccinium vitis-idea* L.) и папоротники.

Скорость разрушения древостоя зависела от устойчивости к затоплению отдельных пород. В первый год затопления полностью погибла ель. Сосна гнила медленнее и еще в 1949 г. оставалось небольшое число живых сосен. К этому году оставались живыми береза, ольха черная, крушина.

Так же, как на всем водохранилище, в Мшичинском заливе неустойчивый уровенный режим оказывал сильное влияние на процесс формирования растительных сообществ в зоне затопления.



Как известно, для Рыбинского водохранилища характерно чередование многоводных и маловодных лет. Более типичны для водоема годы с высоким уровнем, когда ложе заполняется до проектной отметки или несколько выше, а также годы среднего уровня с небольшим недобором воды.

При высоком уровне воды жизнь растений в зоне затопления подчинена главным образом гидрологическому режиму, от которого зависит развитие растений и сезонные изменения в растительных сообществах. При этом действие других факторов не имеет решающего значения и может только несколько замедлять или ускорять развитие растений. Так, в необычно холодную или, наоборот, очень теплую весну, может происходить значительный сдвиг в наступлении той или иной фенологической фазы у растений. Например, в 1953 г. с теплой весной первые плавающие листья горца земноводного (*Polygonum amphibium* L.) показали на поверхности воды (на глубине 1 м) 21. V и зацвел он 22. VI, а в холодную весну 1955 г. соответственно — 8. VI и 11. VII. Начало цветения лисохвоста равного в 1953 г. наступило 15. VI, а в 1955 г. — 24—28. VI. В 1955 г. позже началось цветение и у других растений: полевицы побегообразующей (*Agrostis stolonizans* Bess.), лютика жгучего, частухи подорожниковой (*Alisma plantago-aquatica* L.).

Для всех лет с высоким уровнем характерно, что растительность развивается на сравнительно небольших площадях. В первую половину лета, до начала падения воды, основные заросли располагаются до глубины одного метра, а глубже встречаются лишь единичные растения, пятна или куртинки. Правда, в отдельные годы, как например, в 1961 г. на местах с глубиной воды до 150—160 см, были большие заросли омежника водного (*Oenanthe aquatica* (L.) Poir.) и омежника с частухой, за счет которых общая площадь зарослей намного увеличилась.

Разница в растительных группировках в разные годы была наибольшей на начальных стадиях формирования ценозов. В последние годы, когда отобранся более постоянный видовой состав, различия стали менее существенными.

В 1949 г. заросли находились в стадии становления и отдельные формации занимали небольшие площади. Растительность имела поясное строение с таким расположением: наземные ценозы — пояс низкорослых осок и ситников, пояс крупноосочников, пояс рогоза. В некоторых случаях перед поясом низкорослых осок формировался пояс пырея, а между поясами осоки — пояс лисохвоста равного. Значительного обилия достигал мятлик болотный, образуя чистые сообщества или совместно с осокой. В поясе рогоза на некоторых участках было много частухи и лисохвоста. Последний входил также в формацию крупных осок. Общая ширина всех растительных поясов не превышала 20—40 м. Наиболее сформированными сообществами были ассоциации осоки пузырчатой, осоки вздутой (*Carex inflata* Huds.) и рогоза, чистые или с частухой и лисохвостом (рис. 2).



В 1951 г., в связи с более высоким подъемом воды, зона временного затопления увеличилась, что дало возможность к дальнейшему распространению крупноосочников. По границе затопления образовались густые заросли пырея, лютика жгучего, подмаренника болотного, мяты полевой (*Mentha arvensis* L.), лисохвоста равного. Ниже пояса рогоза появился еще один пояс. В одних местах это был пояс омежника, в других — ежеголовника простого (*Sparganium symplex* Huds.) и частухи. Там, где не было пояса рогоза, за осочником следовал пояс лисохвоста равного или манника наплывающего (*Glyceria fluitans* (L.) R. Br.).

В затопленном лесу было много омежника, заросли которого занимали все открытые места с глубиной 100—110 см и много ряски малой.

В 1953 г. в поясе крупноосочников глубина воды достигала 50—80 см. Выше осоки располагались заросли лютика ползучего и жгучего. Рогоз в этом году весь погиб и его место заняли лисохвост равный и полевица побегообразующая, которые были господствующими в нижнем поясе до глубины 150—160 см. Кроме них, в зарослях было много частухи, жерушника земноводного (*Rorippa amphibia* (L.) Bess.), омежника, манника наплывающего, горца земноводного, рдеста разнолистного (*Potamogeton heterophyllus* Schreb.). Очень много в заливе было лугового чая (*Lysimachia nummularia* L.).

В 1955 г., в связи с самым высоким за все годы максимальным уровнем, почти на 60 см превысившим проектный горизонт, снова увеличилась площадь зоны затопления за счет суши. Заросли осоки оказались залитыми на глубину более метра. Ниже осочника, в поясе полевицы, водное зеркало было почти свободно, так как полевица не дорастала до поверхности, а других растений было мало: единично росли ситняг болотный (*Eleocharis palustris* (L.) R. Br.), ежеголовник простой, вербейник обыкновенный, поручейник широколистный (*Sium latifolium* L.), хвощ приречный (*Equisetum fluviatile* L.), частуха. В поясе осок в этом году стала заметна ива, появившаяся здесь вероятно в годы с низким уровнем воды.

В 1956 г. уровень воды был несколько ниже проектного и поэтому верхняя часть зоны затопления не заливалась. Зато в течение лета уровень понизился только на 0,5 м и весь пояс растительности ниже осочника был в оптимальных условиях неглубокого длительного обводнения. Наиболее распространенными сообществами в этом поясе были формации полевицы побегообразующей и ежеголовника простого, представленные несколькими ассоциациями.

На западном берегу залива ширина зарослей достигала 100 м. Здесь господствовала полевица, а за ее зарослями встречались пятна ситняга болотного, горца земноводного, ежеголовника простого, рдеста разнолистного, камыша укореняющегося (*Scirpus radicans* Schk.). Отдельные пятна ситняга уходили от основных зарослей более чем на 20 м, а ежеголовника — на 40—50 м.



По восточному берегу преобладали заросли ежеголовника простого с значительной примесью поручейника. За полосой ежеголовника встречались отдельные пятна горца земноводного и рдеста разнолистного. Камыш укореняющийся рос на глубине до 90 см. Общая ширина зарослей здесь была меньше, чем по западному берегу и не превышала 20—30 см.

Общий характер растительности в следующие три года (1957—1959 гг.) с одинаковым гидрологическим режимом мало различался. Основные заросли ограничивались глубиной 100—125 см. Глубже встречались лишь отдельные пятна или отдельные экземпляры наиболее глубоководных растений. В осочниках глубина воды достигала 80—100 см. В этот период в прибрежно-водной растительности Мшичинского залива произошли следующие изменения.

Крупноосочники еще дальше распространились в сторону суши, но зато сократились на более глубоких местах. В этой же полосе продолжался очень интенсивный рост ивы.

В связи с ежегодным длительным и глубоким затоплением полевица побегообразующая испытывала угнетение на глубине более 70—80 см и все лето оставалась в придонном слое, не поднимаясь на поверхность.

Произошло увеличение обилия водных растений. Водокраса, например, в 1959 г. было также много, как в 1949 году.

Произошло сокращение некоторых влаголюбивых растений в нижнем поясе и сократилось осеннее появление группы временников.

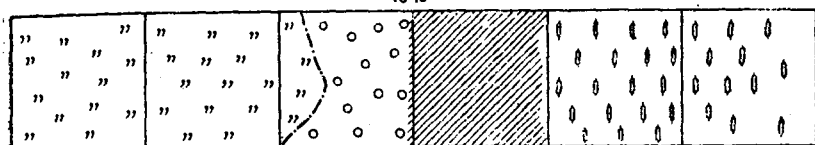
Начиная с 1957 г. земноводные растения решительно вышли на первое место в поясе, лежащем ниже осочника. Доминантами стали полевица побегообразующая, лисохвост равный, частуха, горец земноводный, жерушник земноводный, поручейник, ежеголовник простой, омежник, ситняг болотный.

Следующие годы высоких уровней снова чередуются с мало-водными годами и это вызывает некоторые перемены в общем видовом составе растительных группировок, но доминирующие виды и структура ценозов остаются прежними. Зато, в дальнейшем, когда из года в год верхний пояс растительности совсем не заливался или заливался только частично и на короткий срок, в северной части залива началось быстрое расселение двухкосточника тростниковидного (*Digraphis arundinacea* (L.) Trin). Этот вид начал появляться в Мшичинском заливе в 1957 г. в поясах осоки и полевицы. Сначала были единичные растения, затем куртины и, наконец, сомкнутые травостой. При этом расселение двухкосточника происходило главным образом в зоне осоки, за счет сокращения последней.

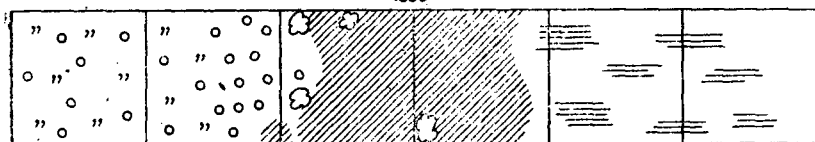
Вторым сильным конкурентом осоки оказалась ива, которая все продолжает разрастаться и в свою очередь теснит осоку. Можно предположить, что такой же процесс будет идти и по всему западному берегу.



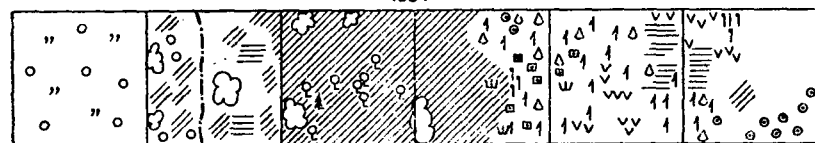
1949



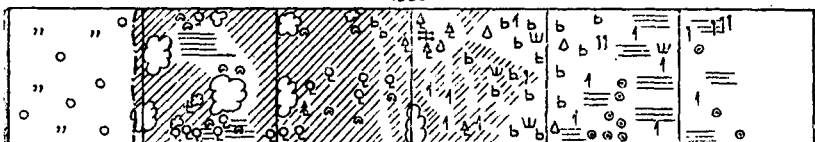
1955\*



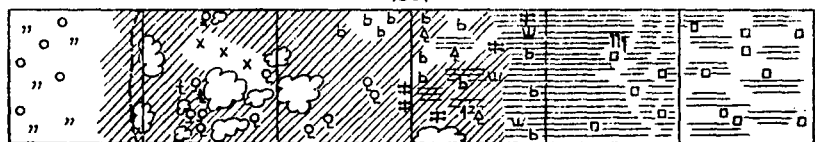
1957



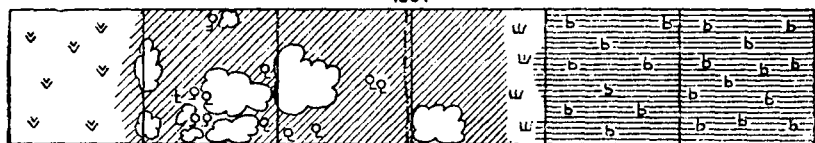
1959



1961



1967



1969

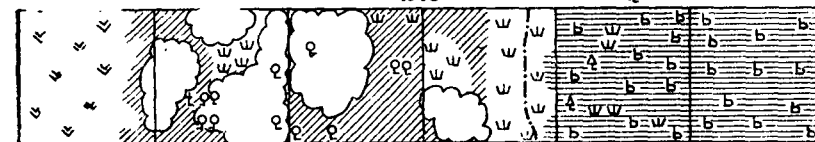


Рис. 2. Изменение растительности на постоянном ботаническом профиле \* (годы высокого уровня воды).

\* Профиль весь заливался.

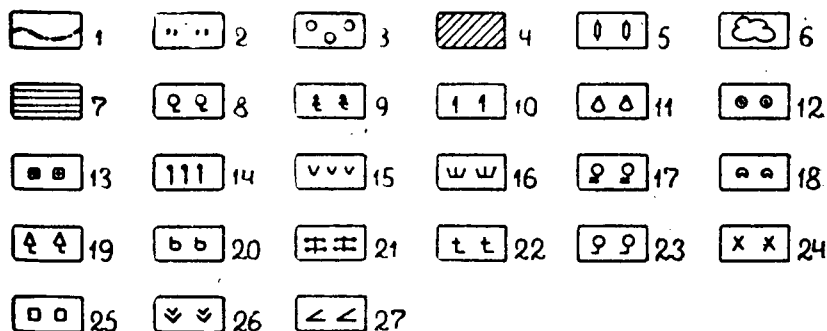


В нижнем поясе доминантами по-прежнему остаются земноводные, и в числе первых идут полевица, рдест разнолистный, горец земноводный, ситняг болотный. Второе место занимают частуха, жерушник земноводный, омежник, поручейник, ежеголовник простой, стрелolist (Sagittaria sagittifolia L.). Обилие этих видов в разные годы может сильно меняться в зависимости от условий данного года и предыдущего. Так, например, в некоторые годы с высоким уровнем, следующие после маловодных, значительно повышается обилие омежника. Это происходит потому, что при низком уровне создаются благоприятные условия для его семенного возобновления и он широко расселяется на осушенной территории. Являясь двулетним растением, этот вид на следующий год возобновляет вегетацию и растет даже на глубине 150—160 см, образуя большие заросли. Для полевицы и лисохвоста смена уровней также благоприятна, а для других видов, наоборот, лучше, когда нет резкой разницы между условиями смежных лет.

Развитие и состояние растительного сообщества в течение одного вегетационного периода также зависит от характера уровня режима. Так, в 1961 и 1962 гг. летняя сработка воды была небольшая и к I. X уровень понизился всего на 0,7—0,8 м, а в 1966 и 1967 гг. к этому времени вода упала на 2,0—2,2 м. В первом случае пояс растительности почти весь вегетационный период находился в условиях обводнения и этим определялось нормальное развитие растений. Во втором случае вода из зарослей ушла задолго до конца вегетации и резкая смена условий нарушила нормальный ход развития, вызвав у многих растений более раннее отмирание вегетативных органов.

Многолетние наблюдения за сроками обводнения зоны растительности показывают, что разница между годами может быть очень велика.

Условные обозначения к рис. 2.



1 — граница затопления, 2 — луговая растительность, 3 — растения-временники, 4 — осочник, 5 — рогоз, 6 — ива, 7 — полевишник, 8 — береза, 9 — сосна, 10 — хвощ, 11 — частуха, 12 — ежеголовник простой, 13 — поручейник, 14 — ситняг болотный, 15 — манник наплывающий, 16 — двукисточник, 17 — ольха, 18 — водокрас, 19 — горец земноводный, 20 — рдест разнолистный, 21 — жерушник земноводный, 22 — можжевельник, 23 — осина, 24 — череда, 25 — омежник, 26 — элементы лугового разнотравья, 27 — лисохвост равный.



Таким образом, подводя итог, можно сказать, что заросли прибрежно-водных растений в годы с высоким уровнем занимают в заливе мелководную зону до глубины 125—150 см, располагаясь вдоль берегов в многочисленных небольших заливчиках. Площадь их составляет, примерно, 200 га. Центральная часть залива, также около 200 га, растениями не заселяется. В зависимости от условий, площади зарослей могут быть то больше, то меньше. Основные заросли ограничены глубиной 110—120 см, а освоение растениями более глубоководных участков бывает не во все годы.

В заливе довольно большие участки зоны затопления заняты березняками, травянистый покров которых состоит из осоковых формаций с преобладанием осоки пузырчатой, которая не образует сомкнутую заросль, а между куртинами растут полевика, лютик жгучий, подмаренник болотный, вероника щитковая, жерушник исландский, кизляк (*Naumburgia thyrsiflora* (L.) Rchb.), частуха, вербейник и другие. Участки с наиболее кратковременным затоплением заняты осоково-вейниковыми ассоциациями с участием осоки пузырчатой и трех видов вейника (*Calamagrostis epigeios* (L.) Roth., *C. lanceolata* Roth u *C. neglecta* P. B.).

В затопляемых березняках всегда встречается ива серая (*Salix cinerea* L.) и ива пятитычинковая (*Salix pentandra* L.). Наибольшие площади такого типа растительности находятся в юго-восточной части залива и по северо-западному берегу, составляя около  $\frac{1}{5}$  зарослевой части зоны временного затопления.

За последние годы в заливе стало больше тростника (*Phragmites communis* L.) главным образом в северной и восточной части.

Есть в зоне временного затопления Мшичинского залива участки верховых болот, на которых до сих пор сохранились некоторые представители болотной флоры, например: болотный мирт (*Chamaedaphne calyculata* (L.) Moench.).

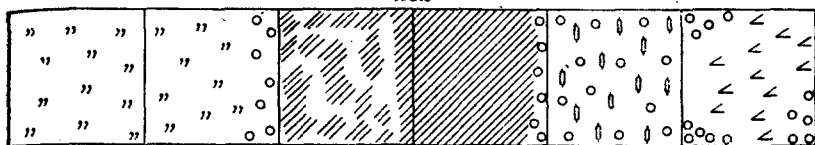
В годы с низким уровнем воды характер растительности в Мшичинском заливе резко меняется. В такие годы почти вся площадь залива остается не залитой и в течение лета покрывается временными растительными группировками однолетних растений.

Во все годы с низким уровнем водохранилища общая картина растительности очень сходна, специфика отдельных лет, связанная с различиями в метеорологических условиях и в гидрологическом режиме, вносит изменения, которые касаются главным образом состояния жизненности и обилия отдельных видов. Для примера рассмотрим три года: 1952, 1954, 1960 (рис. 3).

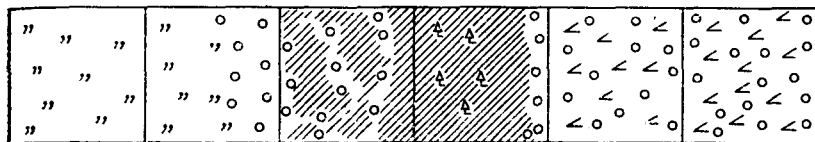
В 1952 г. весенний подъем воды был самый низкий, но зато осенью из-за сильных дождей вода поднялась на два метра. Пять лет перед этим годом уровень был высокий или средний. В этот год в верхней части зоны затопления (в поясе осоки и выше) в мае началась массовая вегетация лютика жгучего, лю-



1952



1954



1953

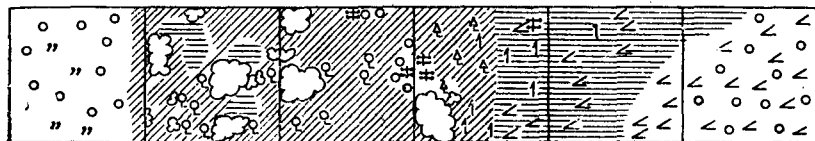


Рис. 3. Изменение растительности на том же профиле  
(годы с низким уровнем воды).

Обозначения те же, что на рис. 2.

тика Гмелина (*Ranunculus Gmelinii* D. C.), лютика ползучего, сердечника лугового (*Cardamine pratensis* L.), горца малого (*Polygonum minus* Huds.) и к началу июня здесь были густые цветущие заросли этих растений. Очень сильного развития достигал в это время лисохвост равный и полевица побегообразующая, давшие плотный ковер во всех растительных поясах.

Нижняя часть зоны затопления, где при высоком уровне растений совсем не было или единично росли водные растения, весной оказалась совершенно безжизненна. В начале июня здесь начали появляться всходы жерушника исландского, горца малого, кипрея болотного (*Epilobium palustre* L.), ситника лягушачьего (*Juncus bufonius* L.), ежеголовника простого и других. Сюда же стал проникать лисохвост равный. В конце июня появилось много всходов сушеницы болотной (*Gnaphalium uliginosum* L.) и целой группы растений-синантропов: крапивы (*Urtica dioica* L.), мари белой (*Chenopodium album* L.), ромашки непахучей (*Matricaria inodora* L.), подорожника большого (*Plantago major* L.). Особенно буйные заросли этих растений возникли на месте прежней деревни, совместно с растениями-временниками, из которых наиболее распространенными были щавель приморский (*Rumex maritimus* L.), лапчатка норвежская (*Potentilla norvegica* L.), жерушник исландский. Любопытно появление здесь небольшой заросли двух видов донника (*Melilotus albus* Desr. и *M. officinalis* (L.) Lam.), которые в заповеднике вообще встречаются очень редко.



В стороне от мест бывших построек сорных растений становилось меньше и оставались только временники, особенно же рушник исландский. Широкое распространение получили также высокие плотные заросли горца шероховатого (*Polygonum scarbunt* Moench.) с участием других видов (*P. nodosum* Pers., *P. convolvulus* L., *P. hydropiper* L.). В это же время в зарослях появляется много льнянки (*Linaria vulgaris* Mill.).

В июле почти всюду встречался клевер ползучий (*Trifolium repens* L.), иногда даже в воде. Часто встречались горошек волосистый (*Vicia hirsuta* (L.) S. F. Gray), щавель малый (*Rumex acetosella* L.), метлица полевая (*Apera spica venti* (L.) P. B.), полевика белая (*Agrostis alba* L.) и полевика собачья (*A. canina* L.).

Исключительно быстро произошло расселение на осушенной территории трех видов ситника (*Juncus lamprocarpus*, *J. filiformis* и *J. bufonius*). Первые два вида в обычные годы росли главным образом в зоне подтопления, а третий появлялся к осени, после спада воды.

В этом году произошла гибель рогоза и на месте зарослей росли лишь отдельные растения, не достигавшие полного развития. В июле на только что осушенных участках и на мелководьях появились в массе семенные всходы рогоза и частухи.

В октябре сильный подъем воды вызвал у ряда растений — лютика ядовитого (*Ranunculus sceleratus* L.), лютика Гмелина, лисохвоста равного, манника наплывающего — интенсивную вегетацию, которая продолжалась вплоть до замерзания водоема (28/X).

В 1954 г. характер растительности в общих чертах был тот же, но имелись и некоторые отклонения, связанные со специфическими условиями года.

В частности, весной вегетация растений на незалитой территории была более ранняя и обильная, чем в 1952 г., что объясняется сильной влажностью грунта в связи с многоводной осенью 1953 г. и большим запасом семян наземных растений, создавшимся в 1952 году. Для синантропных растений было характерно более широкое и рассеянное распространение и отсутствие узкой приуроченности к местам бывших построек. В течение лета всходы рогоза не появились, так как семенной запас в грунте не пополнялся в течение двух лет. В обилии отдельных видов также не было тождества: у вербейника обыкновенного оно значительно увеличилось, а у льнянки и сушеницы — уменьшилось. Так же, как и в 1952 г., было необычно буйным развитие череды (*Bidens tripartita* L.) и нескольких видов горца.

Осенью вегетация растений продолжалась очень долго. В середине ноября на местах, откуда недавно ушла вода, образовался густой покров из всходов кипрея болотного, ситника лягушачьего, ситника нитевидного, лисохвоста равного и манника наплывающего. В небольших понижениях, которые осенью заполнялись водой, появились всходы лютика жгучего, омеж-



ника, водяной звездочки (*Callitriche palustris* L. et Druce). Омежника было много и вне воды, но он был плохо замечен среди других растений.

В 1960 г. максимальный уровень был близок к 1954 г., но перед этим годом было пять многоводных лет. Это вероятно стало причиной значительно меньшего развития ряда однолетних растений: ромашки пахучей, льнянки, подорожника большого, мари белой, сушеницы. По сравнению с 1952 г. и 1954 г. гораздо меньше было дербенника (*Lythrum salicaria* L.), горца малого, лютика Гмелина, сердечника. Редко и в небольшом обилии встречались луговые растения: горошек волосистый, бескильница (*Atropis pulvinata* (Fr.) Krecz.), полевица белая, полевица собачья, клевер ползучий, причем клевер стал появляться только в сентябре. В гораздо меньшем количестве встречался обычный для зоны затопления лютик жгучий.

Вся осушенная полоса ниже пояса осоки с мая стала зарастать ситником лягушачьим, лапчаткой норвежской и жерушником исландским. Много появилось кипрея болотного и лисохвоста равного. Развитие этих растений в связи с довольно теплой погодой в июне шло быстро и некоторые виды к июлю успели даже отплодоносить.

В июле погода была жаркая и очень сухая: средняя за месяц температура была 21°, а сумма температур 651,5°, при 6,5 мм осадков. Это привело к чрезвычайно сильному высыханию грунта и все однолетние растения засохли. В августе, после дождей, началась вторичная вегетация этих видов.

Как и в прошлые годы с низким уровнем, на осушенной территории было много череды, но в связи с засухой растения были очень низкорослые.

Летом 1960 г. на мелководье в заливе вновь появились всходы рогоза, так как в прибрежных зарослях рогоз опять стал встречаться и появился семенной запас.

Таким образом, на примере рассмотренных трех лет видно, что в годы с низким уровнем воды в зоне временного затопления возникают условия, благоприятные для довольно большой группы очень разных по экологии видов растений.

На мелководьях, не зарастающих другими растениями, появляются виды, свойственные иловатым или песчаным сырым местам по берегам водоемов: лужайник водный (*Limosella aquatica* L.), мшанка узловатая (*Sagina nodosa* (L.) Fenzl.), бутерлак портулаковый (*Peplis portula* L.), повойничек (*Elatine hydropiper* L.).

Получают широкое распространение синантропные растения (крапива, марь, подорожник, ромашка, горец птичий и др.) и растения-временники (жерушник исландский, кипрей, горец узловатый, лапчатка норвежская, сушеница и др.).

Из земноводных растений некоторые виды достигают значительного развития и образуют большие заросли: лисохвост равный, полевица побегообразующая, частуха, лютик жгучий,



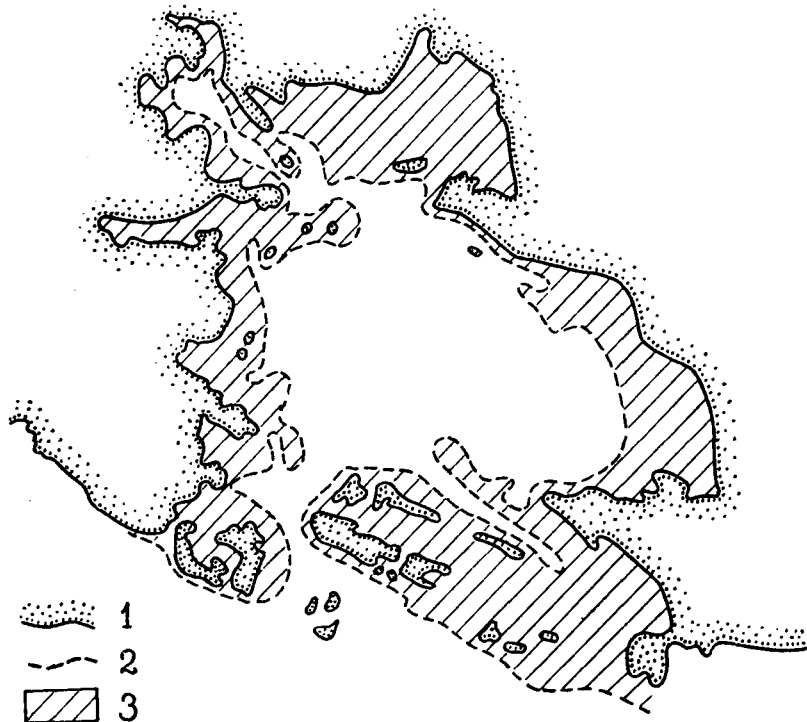


Рис. 4. Схема размещения растительности Мшичинского залива.

1 — Граница суши. 2 — Граница распространения прибрежно-водной растительности. 3 — Площадь, занятая зарослями прибрежно-водной растительности.

лютик Гмелина. У таких видов как жерушник земноводный жизненность значительно понижается и они становятся не так заметны в зарослях. На песчаных отмелях в годы с низким уровнем появляется большая группа видов, имеющих в подобных местообитаниях розеточную, широкораспластанную форму (ситник лягушачий, ситник нитевидный, лисохвост, лютик стелющийся, лютик ядовитый, лапчатка норвежская, лапчатка гусиная, горец узловатый).

Предлагаемая в настоящей работе схема размещения растительности Мшичинского залива составлена главным образом на материале геоботанической съемки 1961 г. (рис. 4). Как было указано выше, растительность в зоне временного затопления с резкими сменами условий среды не остается из года в год одинаковой. Меняется видовой состав, увеличиваются или уменьшаются площади растительности как общая, так и отдельных ассоциаций. Вероятно подобные изменения будут происходить и в дальнейшем. Поэтому данная схема не может быть исчерпывающей для всех лет и дает только общую картину распределения растительных сообществ в заливе при значительном обводнении зоны временного затопления.



**Е. С. ЗАДУЛЬСКАЯ**, В. Б. ЕГОРОВА,  
Т. М. ДИДКОВСКАЯ, К. А. КУДИНОВ

## МАТЕРИАЛЫ ПО ИХТИОФАУНЕ МШИЧИНСКОГО ЗАЛИВА

Исследования рыбного населения Мшичинского залива были выполнены под руководством и при непосредственном участии Е. С. Задульской, которая предполагала обобщить накопленные материалы для настоящего сборника, включающего ряд статей по характеристике Мшичинского залива. Смерть не позволила Елене Станиславовне осуществить это намерение и мы, ее товарищи по работе, сделали попытку дать, пусть самую общую, характеристику ихтиофауны Мшичинского залива. Непосредственную подборку исходных данных выполнила лаборант Е. С. Задульской В. Б. Егорова, в их вычислительной обработке существенное участие приняла также лаборант Т. М. Дидковская. Настоящий текст написан К. А. Кудиновым, который не будучи специалистом-зоологом, естественно не мог дать достаточно глубокого анализа материала. Однако авторы считают, что сам материал, изложенный в систематизированном виде, представляет определенный интерес.

Основной исходный материал о видовом составе ихтиофауны в опытных уловах помещен в приложении, а в свернутом виде представлен в табл. 1.

Из данных табл. 1 можно видеть, что встречаемость и численность отдельных видов рыб в уловах резко различна. Для более наглядного сравнения в табл. 2 приведена балльная оценка этих показателей. Весь опытный лов на Мшичинском заливе продолжался с перерывами различной длительности 33 месяца. Очевидно, что виды, встретившиеся в уловах в каждый из этих 33 месяцев, могут быть названы постоянными обитателями залива, в то время как виды, встретившиеся 1—2 раза случайными. По частоте встречаемости все виды были разбиты на 5 классов, пределы которых были определены пропорционально биномиальным коэффициентам разложения  $(q + p)^4$ : 1,4,6,4,1. При балльной оценке численности видов была использована логарифмическая шкала: верхние границы классов (баллов) составляют геометрическую прогрессию со знаменателем 6. Этот знаменатель выбран с таким расчетом, чтобы в результате было образовано 5 классов, причем число отловленных экземпляров максимально многочисленного вида было близко, но не выходило за пределы верхней



границы наибольшего класса. Поскольку в данном случае наибольшей численностью в уловах характеризовался синец (всего было отловлено 7043 экз.), было выбрано наименьшее целое число большее  $\sqrt[5]{7043}$ .

Наиболее постоянно в уловах на Мшичинском заливе встречались лещ и щука. Это однако не означает, что они являются постоянными жителями залива. В зимнее время, когда уровень воды сильно понижается, рыбы в заливе вообще не остаются. К числу условно постоянных обитателей залива могут быть отнесены также окунь и густера. Из постоянных обитателей залива наиболее многочисленен в уловах был лещ, несколько менее многочисленны щука, окунь и густера.

Самым многочисленным в уловах на Мшичинском заливе был синец. Однако полное его отсутствие в сентябрьских и октябрьских уловах не позволяет причислить его к числу постоянных обитателей залива, а позволяет считать его только обычным обитателем (балл встречаемости — 4). Среди обычных обитателей многочисленна в уловах была плотва и средней численностью характеризовались судак и язь.

К числу редких обитателей залива могут быть отнесены чехонь, карась и жерех. Среди них многочисленной в уловах была чехонь, средней численностью характеризовался карась и малочисленным был жерех.

Очень редко встречался в уловах линь, характеризовавшийся также очень малой численностью в уловах. Случайно встречались и были очень малочисленными в уловах налим, сом и ерш. При этом первые два из этих видов, по-видимому, вообще не свойственны заливу, а ерш не был встречен просто в силу того, что в ставные сети мелкая рыба вообще почти не попадает.

Составить представление о сезонной и многолетней динамике численности можно только относительно обычных и постоянных видов.

В табл. 3 приводятся данные о сезонной динамике уловов постоянных и обычных видов рыб Мшичинского залива. Наибольшие уловы леща наблюдались в мае, в период разгара нереста, однако и после этого, в период нагула, уловы леща на Мшичинском заливе оставались довольно высокими. Наибольшие уловы щуки, окуня, синца и плотвы приходились на апрель. В мае-июне происходило снижение уловов этих видов. Позже уловы щуки существенно не менялись вплоть до сентября, плотвы — до октября, окуня — до августа. Количество синца в уловах продолжало снижаться, и позднее августа его в уловах почти не было. Наиболее высокие уловы судака отмечены в августе, щуки — в октябре-ноябре, язь — в ноябре, чехони — июне-августе (особенно в июле) и густеры — в апреле-июне.

В табл. 4 приведены данные о средних уловах обычных и постоянных видов рыб Мшичинского залива по годам. Однако из-за того, что лов рыбы проводился в разные годы не в одни и те же периоды, эти данные не отражают динамики численности по го-



дам. Поэтому для выявления многолетней динамики численности, во-первых, исключили данные за апрель, сентябрь, октябрь и ноябрь, поскольку в эти месяцы лов рыбы осуществлялся не более чем за три года. Во-вторых, при вычислении среднего значения улова за год были предварительно найдены наиболее вероятные значения уловов в те месяцы, за которые не было наблюдений.

Для изложения методики вычислений введем следующие обозначения:

$z$  — год, принимает значения от 1 (1957 год) до 8 (1971), т. е.  $z = 1, 2, \dots, j \dots 8$ .

$m$  — месяц, принимает значения от 1 (май) до 4 (август), т. е.  $m = 1, 2, \dots, i, \dots 4$ .

$a_{ij}$  — средний улов в  $i$ -ый месяц  $j$ -ого года:

$n_{ij}$  — условная величина, равная 1, если данные за  $i$ -ый месяц  $j$ -ого года имеются и 0, если данные за  $i$ -ый месяц  $j$ -ого года отсутствуют.

$a_{**}$  — средний улов, определяемый по формуле:

$$a_{**} = \frac{\sum_{ij} a_{ij} n_{ij}}{\sum_{ij} n_{ij}} \quad (1)$$

$a_{i*}$  — средний улов за  $i$  месяц всех лет лова, определяемый по формуле:

$$a_{i*} = \frac{\sum_j a_{ij} n_{ij}}{\sum_j n_{ij}} \quad (2)$$

$a_{*j}$  — средний улов за  $j$ -год за все месяцы лова:

$$a_{*j} = \frac{\sum_i a_{ij} n_{ij}}{\sum_i n_{ij}} \quad (3)$$

$a_{**m}$  — средний улов за весь период лова, исключая годы, в которые были пропуски наблюдений в месяц « $m$ », определяется по формуле:

$$a_{**m} = \frac{\sum_{ij} a_{ij} a_{mj} n_{ij}}{\sum_{ij} n_{mj} n_{ij}} \quad (4)$$

$a_{**z}$  — средний улов за весь период лова, исключая месяцы, в которые был пропуск наблюдений в год  $z$ .

$$a_{**z} = \frac{\sum_{ij} a_{ij} a_{iz} n_{ij}}{\sum_{ij} n_{iz} n_{ij}} \quad (5)$$

$\varepsilon_m$  — «эффект» месяца, определяемый по формуле:

$$\varepsilon_m = a_{m*} - a_{**m} \quad (6)$$

$\varepsilon_z$  — «эффект» года, определяемый по формуле:

$$\varepsilon_z = a_{*z} - a_{**z} \quad (7)$$



Экстраполируемое значение улова в месяц «М» года «г», определяемое по формуле:

$$a_{Mг} = a_{**} + \varepsilon_M + \varepsilon_г \quad (8)^*$$

Результаты расчетов приведены в табл. 6. Из данных этой таблицы можно видеть, что в 1957 имел место максимальный средний улов чехони, в 1958 — щуки, в 1967 — синца и густеры, в 1968 — судака, в 1969 — леща и язя, в 1971 — окуня и плотвы. Вообще уловы сильно колеблются по годам, но тем не менее прослеживается некоторая тенденция к возрастанию уловов леща, окуня и, особенно, плотвы. Явно сократились в последние годы уловы чехони, после некоторого максимума прослеживается снижение уловов судака, синца и густеры. Не выявляется тенденции общего изменения уловов щуки и язя.

По изменению уловов с мая по август обычно и постоянно обитающие в водах Мшичинского залива виды рыб могут быть разделены на две группы — с максимумом в мае: лещ, щука, окунь, синец, плотва, густера и с максимумом в августе: судак, язь и чехонь.

В табл. 7 показано изменение средних размеров рыб по годам. В таблицу не включены данные за те годы, когда было выловлено менее 25 экземпляров данного вида. Из данных табл. 7 можно видеть, что прослеживается тенденция к увеличению среднего веса щуки, судака, плотвы и густеры. Прослеживается также тенденция к снижению среднего веса чехони. Изменения среднего веса леща, язя и окуня не позволяют выявить какой-либо определенной тенденции. Средний вес синца до 1969—1970 гг. постепенно с отдельными колебаниями возрастал, но в 1971 г. заметно снизился.

### Закключение

Таким образом, всего на Мшичинском заливе было зарегистрировано 15 видов рыб (см. табл. 1). Из них наиболее постоянными были лещ, щука, окунь и густера, а наиболее многочисленными — синец и лещ. Случайными, но и очень малочисленными из зарегистрированных видов для Мшичинского залива могут быть признаны сом, налим и, возможно, ерш. Как место нереста, Мшичинский залив имеет существенное значение для таких видов как синец, лещ, плотва, густера, щука и окунь. За годы наблюдений с 1957 по 1971 гг. произошли некоторые изменения в составе ихтиофауны. Практически не изменилось участие в уловах синца (около 50% по числу экземпляров), леща (около 15%), щуки (3—5%), густеры (3—4%), судака (1—2%) и язя (около 1%). Резко упало участие в уловах чехони (с 19 до 1%) и значительно возросло участие в уловах окуня (с 2 до 6%) и плотвы (с 10 до 16%).

\* Для иллюстрации примененной методики в табл. 5 приведены все расчеты по одному из видов — лещу.



Для залива характерно сезонное изменение состава ихтиофауны. В мае в уловах преобладает синец (около 50%), значительно участие леща (около 20%), плотвы (12%), густеры (около 8%). К августу участие синца в уловах снижается примерно до 40%, а плотвы до 2%. Также снижается участие в уловах окуня (с 4% в мае до 2% в августе). Практически неизменным остается участие в уловах леща, щуки и густеры. С 1 до 6% увеличивается от мая к августу участие в уловах судака, с 0,5 до 3% — язя и с 1,5 до 10% — чехони.

Современные условия обитания рыб в Моложском заливе водохранилища и, в частности, на Мшичинском заливе благоприятствуют увеличению доли плотвы в составе рыбного стада, о чем можно судить по характеру изменения уловов и средних размеров этого вида, что вероятно связано с переходом плотвы на питание дрейссеной. Для остальных видов, кроме чехони, современные условия обитания обеспечивают относительную устойчивость их в составе ихтиофауны. Наиболее неблагоприятные условия, по-видимому, сложились для чехони, уловы которой заметно сокращались.



Видовой состав рыб в опытных уловах, проводившихся на Мшичинском заливе в 1957—1971 гг. (В числителе — число экземпляров, в знаменателе — вес в кг).

Виды рыб	Общая величина уловов по месяцам								Всего
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	
Лещ	<u>9</u> 8,7	<u>680</u> 484,9	<u>457</u> 304,2	<u>644</u> 396,2	<u>357</u> 205,6	<u>18</u> 7,4	<u>6</u> 2,7	<u>9</u> 4,8	<u>2130</u> 1414,5
Щука	<u>9</u> 13,6	<u>105</u> 159,4	<u>115</u> 122,6	<u>113</u> 106,9	<u>59</u> 53,5	<u>17</u> 15,3	<u>48</u> 32,3	<u>29</u> 23,1	<u>495</u> 526,7
Судак	<u>2</u> 2,3	<u>32</u> 33,3	<u>32</u> 25,3	<u>66</u> 54,7	<u>68</u> 57,9	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>200</u> 173,5
Налим	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>1</u> 0,8	<u>1</u> 1,1	<u>2</u> 1,9
Жерех	<u>0</u> 0	<u>2</u> 1,3	<u>15</u> 11,3	<u>6</u> 2,1	<u>1</u> 0,7	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>24</u> 15,4
Язь	<u>3</u> 1,3	<u>10</u> 5,8	<u>30</u> 17,5	<u>47</u> 23,7	<u>42</u> 21,8	<u>3</u> 1,6	<u>10</u> 7,0	<u>10</u> 5,2	<u>155</u> 83,9
Окунь	<u>60</u> 16,1	<u>104</u> 29,1	<u>59</u> 16,1	<u>87</u> 17,4	<u>35</u> 9,2	<u>2</u> 0,3	<u>4</u> 1,4	<u>5</u> 2,0	<u>356</u> 91,6
Линь	<u>0</u> 0	<u>1</u> 0,9	<u>2</u> 1,9	<u>3</u> 2,2	<u>1</u> 0,5	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>2</u> 1,0	<u>9</u> 6,5
Карась	<u>0</u> 0	<u>4</u> 1,6	<u>12</u> 2,9	<u>15</u> 5,9	<u>20</u> 7,7	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>51</u> 18,1
Чехонь	<u>0</u> 0	<u>19</u> 6,8	<u>147</u> 60,2	<u>356</u> 123,9	<u>71</u> 23,8	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>593</u> 217,2
Синец	<u>405</u> 119,7	<u>1739</u> 485,9	<u>2115</u> 546,0	<u>2332</u> 566,6	<u>451</u> 119,1	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>1</u> 0,1	<u>7043</u> 1837,4
Плотва	<u>79</u> 28,7	<u>361</u> 131,7	<u>29</u> 60	<u>79</u> 16,3	<u>21</u> 5,0	<u>7</u> 1,4	<u>3</u> 0,9	<u>9</u> 1,9	<u>588</u> 191,9
Густера	<u>17</u> 4,3	<u>248</u> 65,1	<u>468</u> 109,8	<u>108</u> 25,0	<u>40</u> 9,4	<u>6</u> 1,4	<u>5</u> 1,0	<u>13</u> 3,1	<u>905</u> 219,1
Ерш	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>1</u> 0,0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>1</u> 0,0
Сом	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>1</u> 0,9	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>1</u> 0,9
Всего	<u>584</u> 194,7	<u>3255</u> 1405,8	<u>3482</u> 1224,7	<u>3856</u> 1340,9	<u>1167</u> 514,2	<u>53</u> 27,4	<u>77</u> 46,1	<u>79</u> 42,4	<u>12553</u> 4796,2
Кол-во сетедней	<u>30</u>	<u>378</u>	<u>685</u>	<u>1044</u>	<u>470</u>	<u>121</u>	<u>107</u>	<u>51</u>	<u>2886</u>
Уловы на 1 сетедень	<u>19,46</u> 6,49	<u>8,61</u> 3,72	<u>5,08</u> 1,79	<u>3,67</u> 1,28	<u>2,48</u> 1,09	<u>0,43</u> 0,22	<u>0,71</u> 0,43	<u>1,54</u> 0,83	<u>4,35</u> 1,66



## Общая характеристика встречаемости и численности отдельных видов рыб в водах Мшичинского залива

Виды рыб	Баллы			Примечания	
	встреча- емости	числен- ности			
Баллы встречаемости					
Лещ	5	5	Балл	Название видов по их встречае- мости	Пределы встречае- мости в общем кол-ве месяцев лова, когда был встречен данный вид
Щука	5	4			
Судак	4	3			
Налим	1	1	1	Случайные	От 0 до 2
Жерех	3	2	2	Очень редкие	От 3 до 10
Язь	4	3	3	Редкие	От 11 до 22
Окунь	5	4	4	Обычные	От 23 до 30
Линь	2	2	5	Постоянные	Свыше 30
Карась	3	3			
Баллы численности					
Чехонь	3	4	Балл	Название видов по их числен- ности	Пределы числен- ности в общем коли- честве отловленных экземпляров
Синец	4	5			
Плотва	4	4			
Густера	5	4	1.	Очень малочислен- ные	От 0 до 6
Ерш	1	1			
Сом	1	1	2	Малочисленные	От 7 до 36
			3	Среднечисленные	От 37 до 216
			4	Многочисленные	От 216 до 1296
			5	Очень многочислен- ные	От 1296 до 7776



Таблица 3

**Сезонная динамика уловов постоянных и обычных видов рыб  
Мшичинского залива**

Виды рыб	Средняя величина улова в экз. на 1 сетедень по месяцам							
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
Лещ	0,30	1,67	0,67	0,62	0,76	0,15	0,06	0,18
Щука	0,30	0,28	0,17	0,11	0,13	0,14	0,45	0,57
Судак	0,07	0,08	0,05	0,06	0,14	0,00	0,00	0,00
Язь	0,10	0,03	0,04	0,05	0,09	0,02	0,06	0,20
Окунь	2,00	0,28	0,09	0,08	0,07	0,02	0,04	0,10
Чехонь	0,00	0,05	0,21	0,34	0,15	0,00	0,00	0,00
Синец	13,50	4,60	3,09	2,23	0,96	0,00	0,00	0,02
Плотва	2,63	0,96	0,04	0,08	0,04	0,06	0,03	0,18
Густера	0,57	0,66	0,68	0,10	0,09	0,05	0,05	0,25



## Динамика уловов по годам

Виды рыб	Средние уловы в экз. на 1 сетедень по годам							
	1957	1958	1966	1967	1968	1969	1970	1971
Лещ	0,24	0,30	0,91	1,04	0,94	1,90	0,87	0,82
Щука	0,14	0,27	0,14	0,13	0,13	0,24	0,09	0,27
Судак	0,02	0,02	0,12	0,05	0,14	0,04	0,09	0,16
Язь	0,05	0,03	0,04	0,05	0,04	0,15	0,06	0,07
Окунь	0,06	0,07	0,16	0,17	0,26	0,03	0,11	0,32
Чехонь	0,64	0,22	0,12	0,03	0,01	0,01	0,16	0,03
Синец	1,66	1,66	4,49	6,24	3,10	1,05	1,75	2,64
Плотва	0,13	0,17	0,05	0,18	0,06	0,02	0,07	0,08
Густера	0,14	0,22	0,15	1,04	0,45	0,85	0,41	0,15







Таблица 6

Динамика средних уловов рыб, обычных и постоянных для Мшичинского залива с внесением поправок на пропуски наблюдений (в экз. на 1 сетедень)

	Виды рыб								
	Лещ	Щука	Судак	Язь	Окунь	Чехонь	Синец	Плотва	Густера
<i>Динамика уловов за май-август по годам</i>									
1957	0,54	0,10	0,05	0,01	0,09	0,70	1,75	0,37	0,15
1958	0,64	0,33	0,06	0,03	0,18	0,32	2,61	0,43	0,42
1966	0,88	0,13	0,10	0,04	0,14	0,09	4,60	0,06	0,16
1967	1,14	0,08	0,10	0,04	0,12	0,03	5,22	0,06	1,00
1968	0,90	0,10	0,17	0,05	0,08	0,01	2,28	0,47	0,36
1969	2,05	0,27	0,05	0,13	0,08	0,02	1,70	0,25	0,22
1970	0,87	0,09	0,10	0,06	0,10	0,21	1,51	0,03	0,37
1971	0,92	0,32	0,12	0,07	0,36	0,04	3,43	1,02	0,23
<i>Динамика уловов по месяцам</i>									
Май	1,82	0,32	0,08	0,04	0,31	0,13	4,74	1,07	0,68
Июнь	0,73	0,17	0,06	0,04	0,10	0,20	3,42	0,14	0,53
Июль	0,69	0,14	0,08	0,05	0,11	0,20	2,31	0,05	0,09
Август	0,78	0,11	0,16	0,08	0,06	0,28	1,09	0,07	0,19

Таблица 7

Изменение среднего веса рыб по годам (г/экз).

	Виды рыб								
	Лещ	Щука	Судак	Язь	Окунь	Чехонь	Синец	Плотва	Густера
1957	681	956	—	604	289	347	167	186	233
1958	707	805	—	—	296	457	250	218	240
1966	604	1251	730	—	238	313	270	—	227
1967	637	1417	—	—	249	—	256	331	223
1968	720	803	812	—	257	—	285	250	251
1969	622	924	—	500	—	—	304	—	—
1970	712	1389	789	533	225	320	303	321	253
1971	602	1573	1112	593	268	—	275	503	312



**Основные сведения о составе уловов на Мшичинском заливе**  
(числитель — количество, знаменатель — вес пойманных рыб в кг)

Виды рыб	1957 г.				1958 г.		
	VI	VII	X	XI	V	VI	VII
Лещ	$\frac{19}{15,4}$	$\frac{81}{55,5}$	$\frac{5}{1,9}$	$\frac{9}{4,8}$	$\frac{83}{70,7}$	$\frac{25}{20,7}$	$\frac{32}{21,1}$
Щука	$\frac{6}{7,6}$	$\frac{25}{24,6}$	$\frac{8}{9,7}$	$\frac{29}{23,1}$	$\frac{30}{28,4}$	$\frac{45}{33,7}$	$\frac{22}{23,5}$
Судак	$\frac{2}{2,0}$	$\frac{9}{8,2}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{9}{10,6}$	$\frac{2}{1,5}$	$\frac{3}{2,7}$
Налим	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{1}{0,8}$	$\frac{1}{1,1}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$
Жерех	$\frac{0}{0}$	$\frac{2}{0,5}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{7}{5,2}$	$\frac{0}{0}$
Язь	$\frac{1}{0,6}$	$\frac{5}{2,9}$	$\frac{9}{6,4}$	$\frac{10}{5,2}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{1}{0,6}$	$\frac{8}{4,9}$
Окунь	$\frac{3}{0,6}$	$\frac{15}{3,8}$	$\frac{4}{1,4}$	$\frac{5}{2,0}$	$\frac{23}{7,3}$	$\frac{13}{4,1}$	$\frac{6}{1,6}$
Линь	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{2}{1,0}$	$\frac{1}{0,9}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{1}{0,6}$
Карась	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{1}{0,6}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{2}{1,2}$
Чехонь	$\frac{47}{14,9}$	$\frac{255}{89,9}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{14}{52}$	$\frac{69}{35,6}$	$\frac{41}{16,0}$
Синец	$\frac{81}{10,8}$	$\frac{704}{120,5}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{1}{0,1}$	$\frac{137}{34,8}$	$\frac{272}{61,9}$	$\frac{461}{117,7}$
Плотва	$\frac{3}{0,4}$	$\frac{51}{9,4}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{9}{1,9}$	$\frac{65}{14,4}$	$\frac{11}{2,5}$	$\frac{14}{3,1}$
Густера	$\frac{2}{0,5}$	$\frac{48}{11,1}$	$\frac{4}{0,9}$	$\frac{13}{3,1}$	$\frac{40}{9,6}$	$\frac{83}{19,8}$	$\frac{5}{1,3}$
Ерш	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$
Сом	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{1}{0,9}$	$\frac{0}{0}$
Всего	$\frac{164}{52,9}$	$\frac{1195}{326,5}$	$\frac{31}{20,9}$	$\frac{79}{42,4}$	$\frac{403}{182,8}$	$\frac{529}{186,6}$	$\frac{595}{193,8}$
Кол-во сете- дней	63	348	12	51	45	120	124
На 1 сете- день	$\frac{2,60}{0,82}$	$\frac{3,43}{0,93}$	$\frac{2,58}{1,73}$	$\frac{1,54}{0,83}$	$\frac{8,96}{4,06}$	$\frac{4,41}{1,55}$	$\frac{4,79}{1,56}$



Виды рыб	1958 г.			1966 г.			
	VIII	IX	X	V	VI	VII	VIII
Лещ	<u>31</u> 13,7	<u>18</u> 7,4	<u>1</u> 0,8	<u>55</u> 49,6	<u>19</u> 12,9	<u>87</u> 37,5	<u>65</u> 36,4
Щука	<u>13</u> 10,9	<u>17</u> 15,3	<u>40</u> 22,6	<u>9</u> 13,3	<u>3</u> 8,4	<u>18</u> 16,2	<u>5</u> 5,9
Судак	<u>1</u> 0,9	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>1</u> 0,7	<u>0</u> 0	<u>14</u> 11,8	<u>15</u> 9,4
Налим	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0
Жерех	<u>1</u> 0,7	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>1</u> 0,8	<u>2</u> 0,5	<u>1</u> 0,3	<u>0</u> 0
Язь	<u>4</u> 2,3	<u>3</u> 1,6	<u>1</u> 0,6	<u>2</u> 1,1	<u>0</u> 0	<u>1</u> 0,5	<u>7</u> 2,8
Окунь	<u>1</u> 0,03	<u>2</u> 0,3	<u>0</u> 0	<u>6</u> 2,2	<u>2</u> 0,5	<u>22</u> 4,9	<u>9</u> 1,7
Линь	<u>1</u> 0,5	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>1</u> 0,7	<u>0</u> 0
Карась	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>2</u> 0,7
Чехонь	<u>11</u> 4,9	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>4</u> 1,3	<u>23</u> 7,5	<u>4</u> 0,9
Синец	<u>169</u> 45,7	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>243</u> 74,5	<u>347</u> 85,7	<u>451</u> 121,5	<u>73</u> 18,6
Плотва	<u>9</u> 1,5	<u>7</u> 1,4	<u>3</u> 0,9	<u>4</u> 1,8	<u>2</u> 0,4	<u>2</u> 0,5	<u>5</u> 1,3
Густера	<u>4</u> 1,1	<u>6</u> 1,4	<u>1</u> 0,1	<u>17</u> 4,9	<u>4</u> 0,7	<u>6</u> 1,0	<u>10</u> 1,8
Ерш	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0
Сом	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0
Всего	<u>245</u> 82,5	<u>53</u> 27,4	<u>46</u> 24,9	<u>338</u> 149,0	<u>383</u> 110,5	<u>626</u> 202,3	<u>195</u> 79,5
Кол-во сете- дней	120	121	95	48	48	90	62
На 1 сете- день	<u>2,03</u> 0,68	<u>0,43</u> 0,22	<u>0,48</u> 0,25	<u>7,04</u> 3,10	<u>7,91</u> 2,30	<u>6,92</u> 2,20	<u>3,11</u> 1,28



Виды рыб	1967 г.				1968 г.		
	IV	V	VI	VII	IV	V	VI
Лещ	<u>1</u> 1,4	<u>103</u> 77,9	<u>123</u> 71,9	<u>21</u> 6,8	<u>1</u> 0,4	<u>108</u> 89,4	<u>84</u> 52,9
Щука	<u>6</u> 9,4	<u>8</u> 14,1	<u>14</u> 18,1	<u>2</u> 0,9	<u>2</u> 2,6	<u>3</u> 2,9	<u>11</u> 9,3
Судак	<u>0</u> 0	<u>7</u> 7,5	<u>4</u> 1,9	<u>2</u> 0,9	<u>0</u> 0	<u>3</u> 2,5	<u>17</u> 13,6
Налим	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0
Жерех	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>3</u> 1,4	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>1</u> 0,5	<u>2</u> 3,5
Язь	<u>2</u> 0,7	<u>1</u> 0,6	<u>8</u> 4,3	<u>0</u> 0	<u>1</u> 0,6	<u>0</u> 0	<u>6</u> 3,6
Окунь	<u>14</u> 4,5	<u>13</u> 2,3	<u>12</u> 3,1	<u>2</u> 0,3	<u>36</u> 9,9	<u>4</u> 0,9	<u>7</u> 2,3
Линь	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>2</u> 1,9
Карась	<u>0</u> 0	<u>2</u> 0,8	<u>2</u> 0,2	<u>1</u> 0,1	<u>0</u> 0	<u>1</u> 0,2	<u>6</u> 1,4
Чехонь	<u>0</u> 0	<u>2</u> 0,3	<u>6</u> 1,5	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>2</u> 0,9
Синец	<u>184</u> 53,1	<u>370</u> 89,1	<u>662</u> 160,9	<u>268</u> 77,4	<u>77</u> 23,3	<u>294</u> 74,3	<u>237</u> 74,3
Плотва	<u>25</u> 11,1	<u>6</u> 0,9	<u>10</u> 1,6	<u>1</u> 0,3	<u>20</u> 6,6	<u>109</u> 25,6	<u>0</u> 0
Густера	<u>7</u> 1,8	<u>75</u> 17,8	<u>157</u> 33,8	<u>8</u> 1,6	<u>4</u> 1,3	<u>28</u> 7,4	<u>67</u> 16,1
Ерш	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0
Сом	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0
Всего	<u>239</u> 82,1	<u>587</u> 211,2	<u>100</u> 298,9	<u>305</u> 88,1	<u>141</u> 44,7	<u>551</u> 203,9	<u>441</u> 179,3
Кол-во сете- дней	8	47	105	78	10	68	80
На 1 сете- день	<u>29,88</u> 10,2	<u>12,48</u> 4,48	<u>9,53</u> 2,84	<u>3,90</u> 1,13	<u>14,10</u> 4,45	<u>8,10</u> 2,98	<u>5,50</u> 2,24



Виды рыб	1968 г.	1969 г.			1970 г.		
	VII	VI	VII	VIII	IV	V	VI
Лещ	16	75	147	178	7	146	112
	7,7	53,6	90,2	104,9	6,9	107,6	76,8
Щука	13	13	22	16	1	16	23
	8,5	10,6	21,7	14,8	1,6	24,7	34,9
Судак	12	2	3	4	2	9	5
	9,9	1,4	3,3	2,7	2,3	8,1	4,9
Налим	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0
Жерех	0	0	0	0	0	0	1
	0	0	0	0	0	0	0,7
Язь	2	7	16	9	0	1	7
	0,5	3,9	6,8	5,3	0	0,5	4,5
Окунь	11	2	3	1	10	9	20
	1,8	0,4	0,7	0,5	1,7	2,5	5,1
Линь	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0
Карась	1	1	5	3	0	0	3
	0,2	0,3	2,1	0,9	0	0	1,0
Чехонь	1	0	2	1	0	3	19
	0,4	0	0,5	0,2	0	1,3	6,0
Синец	80	83	41	97	144	237	433
	24,2	24,7	13,2	29,4	43,3	66,7	127,7
Плотва	3	2	1	2	34	2	1
	0,8	0,5	0,3	0,8	11,0	0,6	0,6
Густера	0	1	7	10	6	68	154
	0	0,3	1,6	2,8	1,2	17,9	38,6
Ерш	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0
Сом	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0
Всего	139	186	247	321	204	491	778
	53,4	95,8	140,2	162,4	67,9	229,9	300,8
Кол-во сете- дней	64	50	66	95	12	116	219
На 1 сете- день	2,17	3,72	3,74	3,38	17,0	4,23	3,55
	0,83	1,91	2,11	1,92	5,66	1,98	1,37



Виды рыб	1970 г.		1971 г.			Всего
	VII	VIII	V	VII	VIII	
Лещ	251 173,9	48 36,1	135 89,7	9 3,5	35 14,5	2130 1414,5
Щука	8 9,6	8 7,0	39 76,0	3 1,9	17 14,9	495 526,7
Судак	21 15,7	19 13,2	3 3,9	2 2,2	29 31,7	200 173,5
Налим	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	2 1,9
Жерех	3 1,3	0 0	0 0	0 0	0 0	24 15,4
Язь	15 8,1	13 6,1	6 3,6	0 0	9 5,3	155 83,9
Окунь	18 3,1	14 3,6	49 13,9	10 1,2	10 3,4	356 91,6
Линь	0 0	0 0	0 0	1 0,9	0 0	9 6,51
Карась	5 2,0	3 1,3	0 0	1 0,3	12 4,8	51 18,1
Чехонь	28 8,5	54 17,5	0 0	6 1,1	1 0,3	593 214,7
Синец	234 82,5	85 22,7	458 146,5	93 9,6	27 2,7	7043 1837,4
Плотва	6 1,8	5 1,4	175 88,4	1 0,1	0 0	588 191,9
Густера	26 7,1	12 2,5	20 7,5	8 1,3	4 1,2	905 219,1
Ерш	0 0	0 0	0 0	0 0	1 0,0	1 0,0
Сом	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	1 0,9
Всего	615 313,6	261 111,4	885 429,4	134 22,2	145 78,8	12553 4796,2
Кол-во сете- дней	202	100	54	72	93	2886
На 1 сете- день	3,04 1,55	2,61 1,11	16,38 7,95	1,86 0,30	1,55 0,84	4,35 1,66



А. С. ЛЕЩИНСКАЯ

## ЗООПЛАНКТОН МШИЧИНСКОГО ЗАЛИВА

Физико-географическая характеристика, своеобразный гидрoхимический режим и растительность Мшичинского залива, существенно влияющие на формирование и жизнедеятельность зоопланктона, подробно рассмотрены в работах Н. И. Аничковой и Т. Н. Кутовой (наст. сборник). Поэтому нет необходимости подробно останавливаться на этих вопросах.

Многолетние наблюдения за ихтиофауной Моложского залива Рыбинского водохранилища, проводимые в Дарвинском заповеднике, показали, что Мшичинский залив является одним из типичных мест нереста и откорма молоди большинства видов рыб, обитающих в северной части водохранилища.

В нашу задачу входило исследование зоопланктона Мшичинского залива и оценка его современного состояния с точки зрения кормовой базы рыб.

Материалом для данного сообщения послужили пробы зоопланктона, собранные на Мшичинском заливе в летние сезоны 1966—1968 гг. В 1966 г. было обработано 5 проб, в 1967 — 20, в 1968 — 22. Пробы брались на двух постоянных станциях (рис. 1). Станция № 1 находилась в южной части у входа в залив (глубина 4—5 м), станция № 2 — в северной части залива, в 50—100 м от берега (глубина 1—2 м). Сбор и обработка материала проводились по следующей методике: для взятия проб использовались две сети Джели с одинаковым диаметром входного кольца (11,6 см), но с разными номерами мельничного газа (№ 70 и № 42 по новой нумерации). На каждой станции производили тотальный лов двумя сетями по два раза с обоих бортов судна или лодки. Планктон сливали в одну бутылку (0,5 л). Затем, после фиксации 4%-ным формалином и отстаивания в течение недели, планктон концентрировали в склянки объемом 100 см<sup>3</sup>. Подсчет планктона производили в камере Богорова. Для подсчета пользовались штемпель-пипеткой (поршневая, объемом 1 мл). В зимнее время подсчет производили во всей пробе, летом — в 3 см<sup>3</sup>. Подсчет зоопланктона в такой усредненной пробе из 4-х ловов значительно ускорил обработку материала и в некоторой степени устранил ошибку в случае непопадания отдельных видов зоопланктона в сеть Джели при однократном лове.



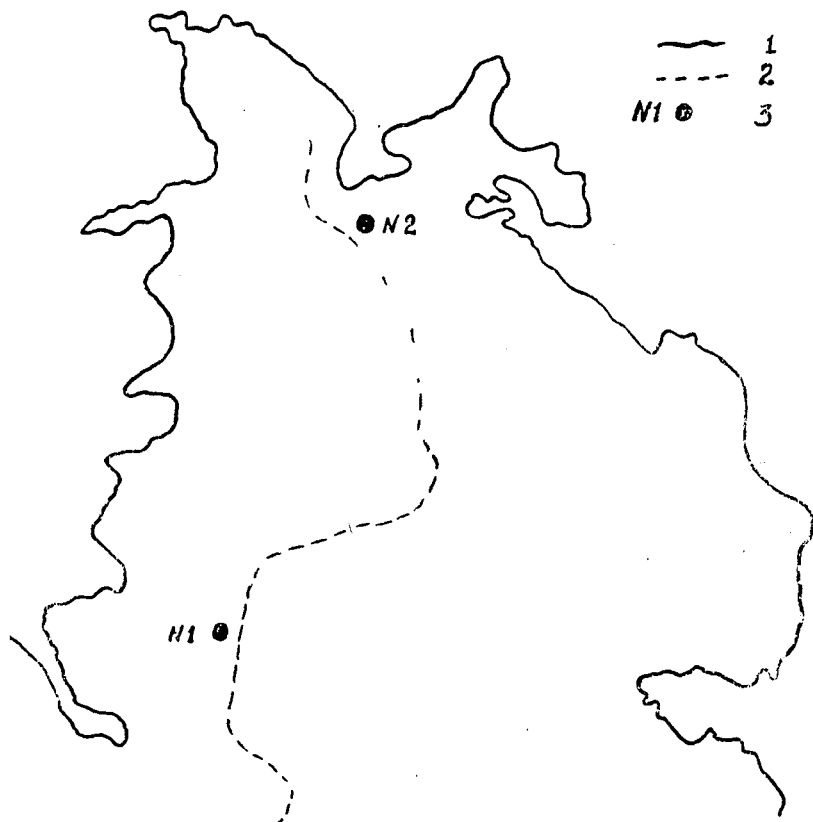


Рис. 1. Расположение гидробиологических станций на Мшичинском заливе.

1 -- берег Мшичинского залива. 2 — русло Мшичинского ручья.  
3 — места расположения станций.

Во время подсчета организмов производилось и измерение представителей всех видов с помощью окуляр-линейки. Измерялась наибольшая длина (включая выросты, щетинки, жгуты и т. д.), длина собственно тела и наибольшая ширина тела. При пересчете на объем обычно учитывалась длина и ширина собственно тела. Объем организмов высчитывался для разных стадий развития и размерных групп по геометрическим формулам. Индивидуальные веса организмов определялись путем вычисления объема фигур (цилиндра, конуса, шара и др.), удельный вес организмов был принят за единицу. Наиболее крупные и массовые формы взвешивались по С. Н. Уломскому (1951, 1958, 1961). Сопоставление полученных нами данных с опубликованными стандартными весами (Мордухай-Болтовской, 1954; Уломский, 1961; Боруцкий, 1960 и др.) показало, что имеется много совпадений, но есть и различия в весе для одних и тех же видов,



близких по размерам. Поэтому, при вычислении биомассы зоопланктона мы использовали наши размерные и объемные характеристики, полученные для каждой пробы отдельно. Такой способ определения биомассы несколько трудоемок, но зато более соответствует истинной величине биомассы зоопланктона в данный период времени года и для данного биотопа.

### Видовой состав зоопланктона

Отдельные участки Мшичинского залива несколько отличаются по видовому составу зоопланктона, но массовые виды обитают почти повсеместно. В табл. 1 приведен список ведущих видов\* и их встречаемость на двух станциях Мшичинского залива в 1966—1968 гг. По данным таблицы видно, что небольшие различия в числе и наборе ведущих видов имеются как между станциями, так и по годам на каждой станции. Наибольшим числом видов на обеих станциях представлены коловратки и ветвистоусые (30—36%). По видовому составу зоопланктон на станции № 1 у устья Мшичинского залива очень сходен с зоопланктоном русловой части, а на станции № 2 — с прибрежным планктоном Моложского залива.

По материалам 1966—1968 гг. к ведущим видам, из которых складывается основная масса зоопланктона Мшичинского залива, можно отнести следующие:

1. *Asplanchna priodonta* Gosse.
2. *Daphnia cucullata* Sars.
3. *D. cristata* Sars.
4. *Chydorus sphaericus* O. F. Müll.
5. *Ch. globosus* Baird.
6. *Bosmina longirostris* O. F. Müll.
7. *B. coregoni* Baird.
8. *Cyclops strenuus* Fisch.
9. *Mesocyclops leuckarti* Claus.
10. *Diaptomus gracilis* Sars.

По своему составу зоопланктон Мшичинского залива близок к озерному типу.

### Биомасса зоопланктона

Материалы, характеризующие сезонные изменения количества и биомассы зоопланктона на станциях № 1 и № 2 Мшичинского залива в 1966—1968 гг., приведены в табл. 2. Биомасса, как видно из таблицы, в одни и те же месяцы разных лет не одинакова.

Она определяется особенностями данного года, главным образом, температурой воды, высотой уровня и др. Так, например,

---

\* К числу ведущих видов отнесены те, которые хотя бы в один из годов наблюдения по одной из станций встречены не менее, чем в 30% проб.



на станции № 1 в 1966 г. максимум биомассы зоопланктона наблюдался в начале августа, а в 1967 и 1968 гг. — в конце июня. В 1968 г. на обеих станциях отмечались две вспышки развития зоопланктона: в мае-июне и в августе. Биомасса зоопланктона на станции № 2 во все годы была меньше, чем на станции № 1. Это объясняется тем, что на развитии зоопланктона здесь отрицательно сказывается ряд факторов: отсутствие зарослей макрофитов, гуминовый характер вод, поступающих из окружающих болот, резкие колебания температуры воды вследствие мелководности участка. По срокам максимального развития зоопланктона станция № 2 также отличается от других участков.

Биомасса зоопланктона в северной прибрежной части Мшичинского залива не только меньше, чем в устье залива, но и значительно ниже, чем в ряде других участков Моложского залива. Так, например, в 1968 г. средняя величина биомассы зоопланктона за июнь-август на русловой части Моложского залива составила  $1,5 \text{ г/м}^3$ ; на Лошинском заливе —  $1,7 \text{ г/м}^3$ , а на станции № 2 Мшичинского залива — всего  $1,0 \text{ г/м}^3$ .

Н. И. Аничкова (наст. сборник) отмечает бедность воды биогенными элементами и низкую первичную продукцию в северной части Мшичинского залива. Наши данные по биомассе зоопланктона позволяют предположить, что и вторичная продукция здесь также невелика.

#### ЛИТЕРАТУРА

Аничкова Н. И. Гидрохимический режим нерестилищ Дарвинского заповедника. Сообщение П. Гидрохимический режим Мшичинского нерестилища. Настоящий сборник.

Боруцкий Е. В. Определитель свободноживущих пресноводных веслоногих раков СССР и сопредельных стран по фрагментам в кишечниках рыб. Изд. АН СССР. М. 1960.

Кутова Т. Н. Растительность Мшичинского залива. Наст. сборник.

Мордухай-Болтовской Ф. Д. Материалы по среднему весу водных беспозвоночных бассейна Дона. Тр. проблемных и тематических совещаний института зоологии АН СССР, вып. 2. М.—Л. 1954.

Уломский С. Н. Роль ракообразных в общей биомассе планктона озер. К вопросу о методике определения видовой биомассы зоопланктона. Тр. проблемных и тематических совещаний института зоологии АН СССР, вып. 1. М.—Л. 1951.

Уломский С. Н. Материалы по сырому весу низших ракообразных из водоемов Урала. Научно-технический бюллетень ВНИОРХ, № 6. Изд. АН СССР. 1958.

Уломский С. Н. Сырой вес массовых форм низших ракообразных Камского водохранилища, как рыбохозяйственного водоема. Свердловск. 1961.



Таблица 1

Ведущие виды зоопланктона Мишчинского залива

Виды	Станция № 1			Станция № 2		
	1966	1967	1968	1966	1967	1968
	3 пробы	проб	проб	2 пробы	9 проб	10 проб
встречаемость, %						
<b>Protozoa</b>						
<i>Arcella vulgaris</i>	—	45	33	100	33	30
<i>Vorticella</i> sp.	—	45	33	50	22	50
<i>Ceratium hirundinella</i> (O. F. Müll., Bergh.)	—	63	41	—	55	30
<i>Volvox</i> sp.	—	—	33	—	22	40
<b>Rotatoria</b>						
<i>Keratella cochlearis</i> Gosse	33	63	67	100	66	80
<i>K. quadrata</i> Müll.	—	54	50	—	55	60
<i>Kellicottia longispina</i> Kellic (sin. <i>Notholca longispina</i> )	100	45	50	100	33	50
<i>Lecane luna</i> Müll.	33	—	—	50	11	—
<i>Trichocerca cylindrica</i> (Smhoi)	100	54	41	75	22	60
<i>Asplanchna priodonta</i> Gosse.	100	45	58	100	66	70
<i>Asplanchnopus</i> sp.	—	45	33	—	11	—
<i>Polyarthra trigla</i> Ehrb.	33	54	50	100	88	70
<i>P. platiptera</i> Ehrb.	—	36	16	—	66	20
<i>Brachionus</i> sp.	33	72	67	50	66	66
<i>Conochilus</i> sp. (колонии)	—	45	33	—	22	60
<i>Diurella bidens</i> Zuck.	—	54	8	—	44	20
<i>Euchlanis dilatata</i> Ehrb.	—	—	—	50	—	—
<i>Synchaeta pectinata</i>	100	9	8	100	—	—
<i>Cephalodella gibba</i>	33	—	—	50	—	—
<b>Cladocera</b>						
<i>Diaphanosoma brachiurum</i> (Lievin)	33	36	25	50	22	10
<i>Syda crystallina</i> (O. F. Müll.)	66	9	16	100	11	30
<i>Daphnia longispina</i> Sars.	—	27	41	—	11	30
<i>D. cucullata</i> Sars.	100	63	41	100	66	70
<i>D. cristata</i>	—	27	50	50	40	80
<i>Ceriodaphnia reticulata</i> (Jurine)	66	36	33	100	55	20
<i>Chidorus sphaericus</i> O, F. Müll.	100	72	67	100	55	70
<i>Ch. globosus</i>	—	—	54	—	44	60
<i>Pleuroxus</i> sp.	—	—	41	—	55	50
<i>Alonella nana</i> (Baird)	—	—	—	100	33	50
<i>Bosmina longirostris</i> (O. F. Müll.)	33	54	67	100	33	50
<i>B. coregoni</i> Baird	100	91	75	100	80	90
<i>Polyphemus pediculus</i> (Linne)	—	—	—	50	11	30
<i>Leptodora Kindti</i> (Focke)	100	27	36	100	11	20
<b>Copepoda</b>						
<i>Cyclops strenuus</i> Fisch.	100	82	100	100	77	70
<i>Acanthocyclops viridis</i> (Jurine)	—	9	—	—	22	30
<i>Mesocyclops leuckarti</i> Claus	33	63	75	—	55	90
<i>M. crassus</i> (Fisch)	—	—	—	—	—	30
<i>Diaptomus gracilis</i> Sars.	100	72	41	100	55	60
<i>Heterocope appendiculata</i> Sars.	33	36	16	—	11	10
<b>Mollusca</b>						
<i>Dreissena polymorpha</i> Pall.	—	36	25	—	33	30



Количество и биомасса зоопланктона на Мшечинском заливе

Время взятия проб	Количество экземпляров в тыс. на 1 м <sup>3</sup>						Биомасса, г/м <sup>3</sup>					
	станция № 1			станция № 2			станция № 1			станция № 2		
	1966	1967	1968	1966	1967	1968	1966	1967	1968	1966	1967	1968
Апрель	—	—	30,8	—	—	—	—	—	0,2	—	—	—
Май — начало	—	10,1	31,5	—	—	51,8	—	0,1	1,0	—	—	0,8
Май — конец	—	76,1	60,3	—	—	284,5	—	1,5	0,7	—	—	2,4
Июнь — начало	—	92,5	97,4	—	52,6	242,1	—	1,2	0,5	—	0,1	1,4
Июнь — конец	5,1	176,7	224,4	9,0	32,3	213,6	0,2	4,4	3,9	0,3	0,5	0,9
Июль — начало	—	147,6	113,0	—	224,5	98,2	—	1,2	0,9	—	1,9	0,2
Июль — конец	23,5	126,3	49,3	—	67,5	103,9	0,8	0,9	0,3	—	0,6	0,5
Август — начало	36,8	41,9	126,9	36,1	322,6	144,4	2,1	0,2	1,0	0,9	1,9	1,4
Август — конец	—	158,0	106,6	—	156,7	199,5	—	1,7	0,8	—	0,4	1,7
Сентябрь — начало	—	69,7	28,3	—	135,9	63,9	—	0,5	0,2	—	0,4	0,2
Сентябрь — конец	—	147,5	19,5	—	90,3	20,7	—	0,5	0,1	—	0,3	0,2
Октябрь — начало	—	78,6	34,6	—	179,9	—	—	0,2	0,3	—	0,9	—
Среднее за VI, VII, VIII	21,8	123,8	119,6	22,5	142,7	167,0	1,0	1,6	1,2	0,6	0,9	1,0



Н. В. КОРДЕ

## ПЛАНКТОН РЕКИ ШЕКСНЫ ДО ОБРАЗОВАНИЯ РЫБИНСКОГО И ЧЕРЕПОВЕЦКОГО ВОДОХРАНИЛИЩ

В период, предшествующий времени сооружения системы волжских водохранилищ (1935—1938 годы), мною было проведено маршрутное обследование течения реки Волги и ряда ее притоков для того, чтобы зафиксировать особенности речного планктона того времени и использовать в дальнейшем этот материал как базу для сопоставлений. Поскольку в настоящее время в Дарвинском государственном заповеднике и в Институте биологии водохранилищ АН СССР ведутся работы на Мологе, Шексне и на ряде водохранилищ, полученные мною ранее данные могут оказаться полезными для лиц, работающих по сходной с моей тематике.

В своих исследованиях я фиксировала внимание на особенностях генезиса планктона различных рек и неодинаковых участков одной и той же реки.

Учитывая, что основное различие между рекой и стоячим водоемом заключается в наличии течения, иногда сильного, я под потамопланктоном понимала все водное население, взвешенное в текучей воде (Кордэ, 1950). В некоторых прежних работах (Кордэ, 1941; Кордэ и Кузьмин, 1968) потамопланктон делился на *зависимый*, непосредственно связанный своим составом с источниками его формирования, и на *обособленный*, приобретший ряд специфических черт соответственно с экологическими особенностями текущей толщи воды и отличающийся по своему качественному и количественному составу от населения тех источников, которые когда-то дали ему начало. Зависимый потамопланктон можно делить на а) потамопланктон донного влияния, б) прибрежно-прудового, в) торфяно-болотного, г) озерного, д) влияния впадающих в реку притоков и е) потамопланктон смешанного воздействия.

В настоящем сообщении я даю краткое изложение материала, касающегося только реки Шексны, ее истоков — озер Белого, Сиверского и отчасти озера Ягорбы, восемнадцати притоков Шексны и ее затонов. Описание Шексны и Белого озера имеется в работе Ф. А. Арсеньева (1866), который указывал на низкие песчаные и глинистые берега озера с полным отсутствием расти-



тельности. Это не отвечает современному состоянию литорали, которая во время моего посещения озера была примерно такой, какой видела ее З. Н. Чиркова в 1954—1956 годах. Данные ее приведены в статье К. А. Гусевой (1959). Но еще раньше И. В. Кучин (1902), а также И. Н. Арнольд (1925) обращали внимание на наличие рдестов, тростников и камышей в прибрежной зоне Белого озера. Факт этот имеет значение для нас потому, что при наличии в озерах зарослей, в планктон вытекающих рек могут попадать прибрежно-прудовые виды и формы, характерные для обрастаний. В данном случае речь идет о Шексне — единственной реке, вытекающей из Белого озера.

Имеется также немного работ, относящихся к периоду, предшествовавшему времени образования волжских водохранилищ и содержащих материал, характеризующий состав микроскопического водного населения реки Шексны и связанных с ней водоемов. Прежде всего следует отметить работу А. Н. Линко (1903), посвященную исследованию фауны ветвистоусых рачков Белого озера и ряда других соседних с ним водоемов, в частности озера Сиверского. Н. К. Дексбах (1921a) в своей обстоятельной работе о коловратках Волги и некоторых ее притоков приводит данные для Белого озера и реки Шексны. В том же томе (1921b) он публикует протокол проведенного в 1915 г. осмотра озера Ягорба, прилагая краткий список его фито- и зоопланктона. В упомянутой выше работе ихтиолога И. Н. Арнольда даны основные формы осеннего планктона Белого озера, кроме того перечислены организмы, найденные в кишечниках рыб, олигохет, хирономид. Б. С. Грезе (1928) приводит список водорослей, простейших, ракообразных и коловраток, найденных в планктоне Шексны летом 1924 и 1926 годов.

Во второй половине августа 1935 г. я проехала от Белозерска до устья Шексны с заездом в затоны и притоки, на озеро Сиверское, озеро Ягорба и Глухую Шексну, проделав свыше 400 километров и взяв 84 пробы. На рис. 1 указаны пункты взятия проб.

Вместо быстротекущей на порогах воды, сжатой по сторонам и посредине огромными камнями, воды, периодически замедляющей течение на плесах (Арсеньев, 1866) — шлюзованная река имела гораздо более спокойное течение, скорость которого в местах взятия проб колебалась от 0,53 до 0,59 м/сек. Правда, в обводных каналах, в заслонках шлюзов и плотин создавались условия быстрого тока и резких механических воздействий, но подобные участки были не так уж часты и нужно думать, что воздействие их было в общем итоге меньше, чем это имело место на порогах нешлюзованной реки.

Из-за большого количества взятых мною проб результаты их обработки я представляю в весьма компактной форме, выделив в приложенной таблице те основные источники продукции форм, поступающих на течение реки, которые определяли общий характер ее потамопланктона. Приведенные графы таблицы озна-



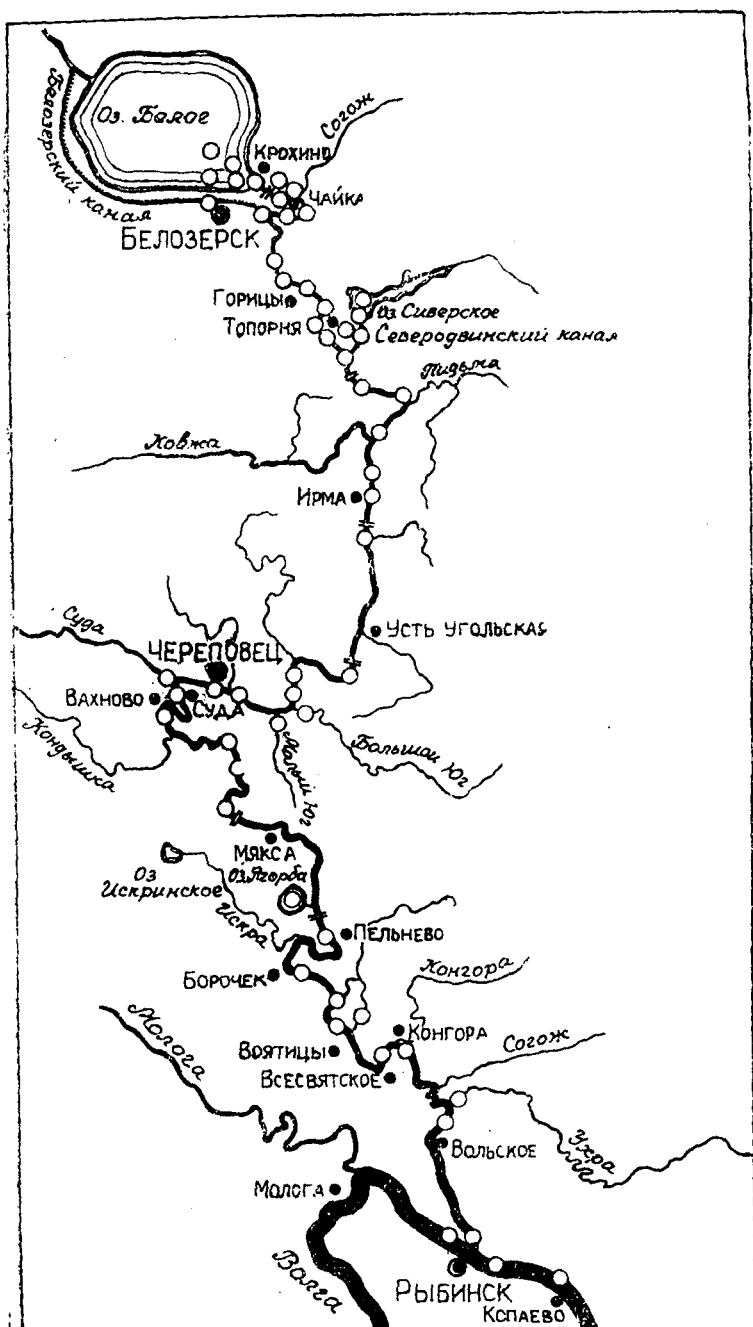


Рис 1. Места взятия проб планктона.



чают: I — Белое озеро 15—16 августа; II — Шексна между Белым и Сиверским озерами 17—19 августа; III — Сиверское озеро 20 августа; IV — Шексна между Сиверским озером и озером Ягорбой 21—26 августа; V — озеро Ягорба 27 августа; VI — Шексна от озера Ягорбы до устья 28 августа — 1 сентября 1935 года. Обозначения встречаемости организмов сделаны по пятибалльной системе: 1 — одиночно; 2 — мало; 3 — средне, 4 — много; 5 — очень много. Только в редких случаях при массовых цветениях дано обозначение 6 — масса.

Нужно учитывать, что в таблице представлены результаты одной рейсовой поездки; в другие времена года состав пеламопланктона мог быть несколько иным и процесс формирования обособленного планктона нижней Шексны в разные сезоны и в разные годы мог несколько варьировать. Но основной вывод, который можно сделать в результате просмотра нашего материала — это то, что Шексна, с точки зрения особенностей генезиса ее пеламопланктона, должна быть отнесена к типу рек озерного влияния, при этом основными очагами формирования шекснинского планктона были и остаются озера Белое и Сиверское. Несуществующее в настоящее время озеро Ягорба снабжало Шексну незначительным количеством форм. Большое количество мелких притоков приносило в реку ряд донных видов, форм, характерных для обрастаний и прибрежных зарослей, но примесь этих организмов к планктону была незначительной, как и примесь видов, поступающих из зарослей и со дна самой реки.

Во всех случаях, когда мы имеем дело с реками озерного влияния, перед нами стоит вопрос о стойкости озерного планктона на речном течении. Если широкая и короткая Нева несет почти не измененный планктон Ладожского озера, то в других реках озерное население имеет различную судьбу — в мелких быстротекущих реках оно может скоро пропадать, заменяясь взвесью взмученных донных организмов, может улавливаться зарослями макрофитов и, наоборот, обогащаться видами, живущими среди высшей растительности, а при значительной скорости течения получать заметную примесь представителей обрастаний.

Еще Б. С. Грезе (1910) писал, что планктон озера Глубокого не удерживается на вытекающей из него реке Истре. И таких примеров можно привести очень много.

Белоозерский и отчасти сиверский планктон был относительно стоек, несмотря на шлюзованность реки, но все же в верхнем течении шла переработка белоозерского планктона. После Северодвинского канала то же явление наблюдалось с организмами, поступившими из Сиверского озера, а в нижнем течении можно было уже говорить об обособленном планктоне реки Шексны.

Теперь обратим внимание на то, как вели себя представители отдельных групп водных организмов, попавших на течение реки.



Для многих рек, вытекающих из озер, неоднократно отмечалось, что сине-зеленые водоросли быстро исчезают на течении. Действительно, *Microcystis aeruginosa* и ряд его форм, а также *Anabaena Scheremetievi*, *A. spiroides*, *A. flos-aquae*, присутствовавшие в озерах, на течении в то время почти не попадались. Другие же виды снижали свое обилие (*Microcystis Grevillei*, *Aphanothese clathrata*, *Coelosphaerium Kützingianum*), особенно в нижнем течении, как *Aphanisomedon flos-aquae*. Но такой вид, как *Anabaena Lemmermannii* присутствовал как в озерах, так и на всем течении Шексны.

В снижении обилия сине-зеленых на течении Шексны наибольшее значение имели плотины, особенно плотина у Крохина, после которой резко сократилось обилие именно сине-зеленых.

Что касается зеленых водорослей, то несмотря на то, что в озерах, затонах и Шексне было встречено довольно большое количество видов (далеко не все из них приведены в приложенной таблице), роль их в формировании шекснинского планктона была не очень велика. Из тетраспоровых постоянно встречался *Sphaerocystis Schroeteri*, из протококковых были наиболее характерны виды рода *Pediastrum*, *Oocystis Borgei*, из десмидиевых — *Staurostrum gracile* и *St. paradoxum*. Слабо были представлены эвгленовые, золотистые и пиррофитовые водоросли, из числа последних только *Ceratium hirundinella* был постоянным компонентом планктона. Наоборот, диатомовые были ведущими компонентами как озерного планктона, так и речного. Главным образом это касается видов рода *Melosira*, *Stephanodiscus astrea*, видов рода *Fragilaria*, а особенно *Asterionella*. *Cymatopleura elliptica* и *Surirella biseriata* также были характерными и для озер и для течения реки.

Интерес представляет тот факт, что *Stephanodiscus binderanus*, не найденный нами в Белом озере, в массовых количествах был встречен в озере Сиверском, через Северодвинский канал он сначала в небольших количествах попадал в Шексню, а потом вдоль течения повышал свое обилие. А *Anabaena Scheremetievi*, также встреченная только в Сиверском озере, как было отмечено выше, на течении реки в период наших обследований не была встречена.

Что касается животного планктона, то в реке он не был очень обильным. Среди коловраток наиболее постоянными и многочисленными видами, поступившими из озер, были *Notholca longispina*, *Keratella cochlearis* и менее обильная *Keratella quadrata*, а также *Asplanchna priodonta*, *Filinia longiseta*, *Polyarthra platyptera*. Как это мы видим из таблицы, значительное количество видов примешивалось к планктону из литорали, ряд из них поступал в Шексню также из мелких протоков. На ветвистых рачках при выходе их из Белого озера особенно сказывалось влияние Крохинской плотины — дафнии, босмины, диафанозома резко уменьшались в количестве в самом верхнем течении Шексны, где шла наиболее энергичная «переработка»



озерного планктона. Если для Белого озера ихтиологи отмечали преобладание ракообразных над коловратками, то в реке соотношение было уже обратное.

Веслоногие рачки также снижали на течении свое обилие.

Литоральные виды ракообразных, также как и коловратки, обогащали стрежень реки формами, вымытыми из зарослей, некоторые донные виды уносились течением.

К. А. Гусева (1956, 1958, 1959), изучавшая фитопланктон Рыбинского водохранилища, в работе 1959 года пишет, что по ее мнению «фитопланктон Белого озера не перерабатывается в реке Шексне, его видовой состав полностью сохраняется» (стр. 42). Эта точка зрения неправильная — в Шексне, как в любой реке, идут активные динамические процессы. До образования водохранилищ процессы эти приводили к формированию характерного для нижнего течения этой реки обособленного планктона. При возникновении водохранилищ в них создались условия, приближающиеся в некоторых отношениях к условиям Белого и Сиверского озер, и, естественно, что как в Рыбинском, так позднее и в Череповецком водохранилищах создались возможности для процветания тех видов, которые даже в небольшом количестве приносятся из исходных водоемов. Это хорошо видно и из работ К. А. Гусевой и из работ по Череповецкому водохранилищу Г. В. Кузьмина (1966), Л. А. Луферовой (1966) и Н. Н. Смирнова (1966).

## ЛИТЕРАТУРА

Арнольд И. Н. Материалы по описанию рыболовства на Белом озере. Известия отдела прикладной ихтиологии и научно-промысловых исследований, т. III, вып. 1. 1925.

Арсеньев Ф. А. Речная область Шексны. Труды Ярославского губернского статистического комитета. Ярославль, 1866.

Грезе Б. С. К вопросу о генезисе речного планктона. Труды гидробиологической станции на Глубоком озере, т. III. 1910.

Грезе Б. С. О планктоне Шексны, Мологи и Сити. Труды Ярославского естественно-исторического и краеведческого общества. Т. IV, вып. 2. Ярославль. 1928.

Гусева К. А. Фитопланктон Рыбинского водохранилища (сезонная динамика и распределение его основных групп). Труды биологической станции «Борок», вып. 2 Изд. АН СССР. М.—Л. 1956.

Гусева К. А. Влияние режима уровня Рыбинского водохранилища на развитие фитопланктона. Труды Биологической станции «Борок», вып. 3. Изд. АН СССР. М.—Л. 1958.

Гусева К. А. Роль Белого озера в формировании фитопланктона Рыбинского водохранилища. Труды Института биологии водохранилищ, вып. 2 (5). Изд. АН СССР. М.—Л. 1959.

Дексбах Н. К. Коловратки Волги и некоторых ее притоков в пределах губерний Ярославской, Костромской и отчасти Новгородской. Труды Ярославского естественно-историч. общества, т. III, вып. 1. 1921-а.

Дексбах Н. К. Протокол осмотра озера Ягорба. Там же. 1921-б.

Кордэ Н. В. Об объеме понятия «речной планктон», в связи с вопросом о генезисе последнего. Известия Ивановского с.-х. института, вып. 3. 1941.

Кордэ Н. В. О зависимости между микробентосом и потамопланктоном. Труды Биологической станции «Борок», вып. 1. Изд. АН СССР. М.—Л. 1950.



**Кордэ Н. В. и Кузьмин Г. В.** Фитопланктон р. Шексны до и после образования водохранилищ. Волга 1. Тезисы докладов первой конференции по изучению водоемов бассейна Волги. Тольятти. 1968.

**Кузьмин Г. В.** Фитопланктон Череповецкого водохранилища в первый год его наполнения. Труды Института биологии внутренних вод АН СССР, 13/16. Изд. «Наука». М.—Л. 1966.

**Кучин Н. В.** Исследование рыболовства на Белоозере, оз. Чарандском или Воже и других озерах Белозерского и Кирилловского уездов Новгородской губернии. Вестник Рыбопромышленности, т. XVII, № 6. 1902.

**Луферова Л. А.** Формирование зоопланктона Череповецкого водохранилища. Труды Института биологии внутренних вод АН СССР, т. 12 (15). Изд. «Наука». М.—Л. 1966.

**Смирнов Н. Н.** Прибрежные ветвистоусые ракообразные Череповецкого водохранилища. Там же.



Характерные виды шекснинского планктона и основных  
его источников в августе 1935 года

	I	II	III	IV	V	VI
<b>Cyanophyta</b>						
<i>Merismopedia punctata</i> Meyen	—	1	—	1	—	1
<i>M. glauca</i> (Ehr.) Näg.	—	1	1	1	2	1
<i>M. elegans</i> A. Br.	—	1	—	1	—	1
<i>Microcystis aeruginosa</i> (Ktz.) Elenk.	—	—	2	—	3	—
<i>M. a. f. flos — aquae</i> (Wittr.) Elenk.	1	—	3	—	3	—
<i>M. a. f. marginata</i> (Menegh.) Elenk.	—	—	—	—	3	—
<i>M. a. f. viridis</i> (A. Br.) Elenk.	—	—	2	—	3	—
<i>M. Grevillei</i> (Hass.) Elenk.	2	1	—	1	—	—
<i>M. sp.</i>	1	1	—	1	—	—
<i>Aphanothece clathrata</i> W. et. G. S. West	2	1	1	1	—	—
<i>Gloeocapsa limnetica</i> (Lemm.) Hollerb.	3	1	—	1	3	1
<i>Gl. sp.</i>	1	1	—	1	—	1
<i>Coelosphaerium Kützingianum</i> Näg.	3	2	—	1	3	1
<i>Lemmermania pallida</i> (Lemm.) Elenk.	—	—	3	1	—	—
<i>Gomphosphaeria aponina</i> Ktz.	—	—	—	1	—	—
<i>G. lacustris</i> Chod.	—	—	—	—	1	—
<i>Woronichinia Nägeliana</i> (Ung.) Elenk.	3	2	—	1	3	—
<i>Anabaena Scheremetievi</i> Elenk.	—	—	3	—	—	—
<i>A. spiroides</i> Kleb.	3	—	3	—	4	—
<i>A. flos-aquae</i> (Lyngb.) Bréb.	2	—	—	—	—	—
<i>A. Lemmermannii</i> P. Richt.	3	2	3	3	3	2
<i>A. sp.</i>	4	2	3	3	3	1
<i>Aphanisomenon flos-aquae</i> (L.) Ralfs.	2	2	3	—	—	—
<i>Gloeotrichia echinulata</i> (J. E. Smith) P. Richt.	—	—	1	1	—	—
<i>Oscillatoria sp. sp.</i>	1	2	—	2	—	1
<i>Lyngbya sp.</i>	1	—	—	—	—	—
<b>Chlorophyta</b>						
<i>Sphaerocystis Schroeteri</i> Chodat	1	2	2	2	—	2
<i>Pandorina morum</i> (Müll.) Bory	2	2	3	3	1	—
<i>Eudorina elegans</i> Ehr.	2	2	3	2	2	2
<i>Pediastrum simplex</i> (Meyen) Lemm.	1	—	—	—	—	—



	I	II	III	IV	V	VI
<i>P. clathratum</i> (Schroeter) Lemm.	3	2	—	3	—	2
<i>P. duplex</i> Meyen	3	3	2	3	4	2
<i>P. Boryanum</i> (Turp.) Menegh.	3	3	2	3	4	3
<i>P. Kawraiskyi</i> Schmidle	2	2	—	3	4	2
<i>Oocystis Borgei</i> Snow	1	3	1	2	1	2
<i>O. sp.</i>	1	—	—	2	—	1
<i>Scenedesmus quadricauda</i> (Turp.) Bréb.	1	—	—	1	—	2
<i>Sc. bijugatus</i> (Turp.) Ktz.	—	—	—	—	2	—
<i>Actinastrum Hantzschii</i> Lagerh.	—	—	—	1	—	1
<i>Crucigenia rectangularis</i> (A. Brann) Gay	2	2	—	1	—	1
<i>Cr. quadrata</i> Morren	1	1	—	1	—	—
<i>Ankistrodesmus bibraianum</i> (Reinsch.) Korsch.	—	—	—	—	2	—
<i>Dictyosphaerium Ehrenbergianum</i> Näg.	3	1	—	—	—	—
<i>Coelastrum microporum</i> Näg.	1	1	—	1	—	1
<i>C. cambricum</i> Archer	1	1	—	1	—	1
<i>Botryococcus Braunii</i> Ktz.	3	2	—	—	—	—
<i>Staurastrum gracile</i> Ralfs.	3	3	—	3	2	3
<i>St. paradoxum</i> Meyen	3	3	—	3	2	3
<i>St. cuspidatum</i> Bréb.	1	1	—	1	—	1
<i>Closterium moniliferum</i> (Bory) Ehr.	—	1	—	1	1	1
<i>Cl. lineatum</i> Ehr.	—	1	—	1	—	—
<i>Cl. acerosum</i> (Schränk) Ehr.	1	1	—	1	—	—
<i>Cl. Kützingii</i> Bréb.	—	1	—	1	—	—
<i>Cosmarium reniformae</i> (Ralfs) Arch.	—	1	—	1	—	—
<i>Pleurotaenium trabecula</i> (Ehr.) Näg.	—	1	—	1	—	—
<i>Euastrum verrucosum</i> Ehr.	—	1	—	1	—	1
<b>Euglenophyta</b>						
<i>Phacus pleuronectes</i> (Ehr.) Duj.	—	1	—	1	1	—
<b>Chrysophyta</b>						
<i>Mallomonas caudata</i> Iwan.	3	1	—	1	—	1
<i>Dinobryon divergens</i> Imh.	1	1	—	—	—	—
<i>D. sertularia</i> Ehr.	1	—	—	—	—	—



	I	II	III	IV	V	VI
<b>Pyrrophyta</b>						
<i>Peridinium</i> sp.	—	1	3	—	—	—
<i>Ceratium hirundinella</i> (Ö. Müll.) Bergh.	2	3	3	3	—	2
<b>Bacillariophyta</b>						
<i>Melosira varians</i> Ag.	—	2	—	3	2	2
<i>M. granulata</i> (Ehr.) Ralfs	5	5	2	5	5	5
<i>M. islandica</i> O. Müll.	5	6	1	4	2	5
<i>M. italica</i> (Ehr.) Ktz.	1	1	—	1	—	1
<i>Stephanodiscus astrea</i> (Ehr.) Grun	2	2	3	3	2	3
<i>St. binderanus</i> (Ktz.) Kriger	—	—	6	3	3	5
<i>Cyclotella Kützingeriana</i> Thwait	1	2	—	1	—	1
<i>C. comta</i> (Ehr.) Ktz.	—	—	—	—	—	—
<i>Coscinodiscus lacustris</i> Grun	—	—	3	1	—	—
<i>Atteya Zachariasii</i> Brun.	3	3	—	1	—	1
<i>Tabellaria fenestrata</i> (Lyngb.) Ktz.	2	2	2	3	—	1
<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitt.	3	2	5	3	1	3
<i>Fr. sp. sp.</i>	2	2	1	2	1	3
<i>Synedra ulna</i> (Nitzsch.) Ehr.	—	2	1	2	—	3
<i>S. acus</i> Ktz.	—	2	1	2	—	3
<i>Asterionella formosa</i> Hass.	5	5	5	5	5	5
<i>A. gracillima</i> (Hantzsch.) Heib.	—	—	—	—	—	—
<i>Cocconeis placentula</i> Ehr.	—	1	1	1	—	—
<i>C. pediculus</i> Ehr.	—	1	—	1	—	—
<i>Amphiprora ornata</i> Bail	1	1	—	1	1	1
<i>Nitzschia sigmoidea</i> (Ehr.) W. Sm.	—	1	—	1	1	1
<i>N. vermicularis</i> (Ktz.) Grun	—	1	—	1	—	1
<i>N. sp.</i>	—	1	—	1	—	1
<i>Cymatopleura solea</i> (Bréb.) W. Sm.	1	1	—	—	—	1
<i>C. elliptica</i> (Bréb.) W. Sm.	5	4	2	4	3	5
<i>Surirella biseriata</i> Bréb.	3	3	3	3	3	3
<i>S. turgida</i> W. Sm.	2	3	—	1	—	1
<i>S. elegans</i> Ehr.	—	1	—	1	—	1
<i>Campylodiscus noricus</i> var. <i>hibernica</i> (Ehr.) Grun.	—	—	1	—	—	1
<b>Rotatoria</b>						
<i>Brachionus angularis</i> Gosse	—	—	—	1	—	1
<i>Br. sp.</i>	—	—	1	—	—	—



	I	II	III	IV	V	VI
<i>Keratella quadrata</i> Müll.	1	1	—	1	1	1
<i>K. cochlearis</i> Gosse	3	3	2	3	4	2
<i>Notholca longispina</i> Kellic.	4	4	3	3	3	2
<i>Anuraeopsis fissa</i> Gosse	—	—	—	1	1	1
<i>Euchlanis dilatata</i> Ehr.	—	—	1	1	1	1
<i>Mytilina</i> sp. sp.	—	1	1	1	1	—
<i>Lepadella patella</i> Müll.	—	—	—	1	—	—
<i>Lecane luna</i> Müll.	1	1	1	1	1	1
<i>L. lunaris</i> Ehr.	1	1	1	—	—	—
<i>L. cornuta</i> Müll.	—	—	1	1	1	—
<i>L. hamata</i> Stokes	—	—	—	1	1	1
<i>Trichocerca tetractis</i> Ehr.	—	—	—	1	1	1
<i>T. stylata</i> Gosse	—	1	3	1	1	1
<i>T. tigris</i> Müll.	—	1	1	1	1	1
<i>T. Rousseleti</i> Voigt.	1	1	—	1	—	—
<i>T. porcellus</i> Gosse	—	—	—	—	2	—
<i>T. capucina</i> Wierz. et Zachar.	—	—	2	—	—	—
<i>T. elongata</i> Gosse	1	—	1	—	1	—
<i>T. pusilla</i> Jennings	—	—	2	—	1	—
<i>Gastropus stylifer</i> G. S. Imh.	1	1	—	1	1	1
<i>Asplanchna priodonta</i> Gosse	2	4	1	1	2	—
<i>A. brightwelli</i> Gosse	—	—	—	—	2	—
<i>Synchaeta</i> sp.	1	1	1	1	1	—
<i>Pleosoma truncatum</i> Levand.	1	—	1	—	—	—
<i>Polyarthra platyptera</i> Ehr.	2	1	3	3	2	1
<i>Testudinella patina</i> Herm.	—	—	—	1	1	—
<i>Filinia longiseta</i> Ehr.	1	2	—	2	1	1
<i>Floscularia</i> sp.	—	—	1	1	1	—
<b>Cladocera</b>						
<i>Sida crystallina</i> (O. F. Müll.)	1	—	—	—	—	1
<i>Limnospira frontosa</i> Sars.	2	1	—	—	—	—
<i>Diaphanosoma brachyurum</i> (Lievin)	3	2	—	—	—	—
<i>Daphnia longispina</i> Sars	3	2	1	1	—	1
<i>D. cucullata</i> Sars	4	2	2	1	1	1
<i>Ceriodaphnia pulchella</i> Sars	1	1	2	1	1	—
<i>C. quadrangula</i> Sars	—	—	1	—	—	—
<i>Simocephalus vetulus</i> (O. F. Müll.)	—	—	1	—	1	—



	I	II	III	IV	V	VI
<i>Macrothrix laticormis</i> (Jurine)	—	—	—	—	1	—
<i>Euryrecus lamellatus</i> (O. F. Müll.)	—	—	1	—	—	—
<i>Camptocercus rectirostris</i> Schoed.	1	—	—	—	—	—
<i>Acroperus harpae</i> Baird.	1	1	1	—	1	1
<i>Monospilus dispar</i> Sars	—	—	1	—	2	—
<i>Alonopsis elongata</i> Sars	1	—	—	—	—	—
<i>Chydorus sphaericus</i> O. F. Müll.	1	—	—	—	1	—
<i>Pleuroxus striatus</i> Schödl.	—	1	—	—	1	—
<i>Alona affinis</i> Leydig	—	—	—	1	—	1
<i>A. quadrangularis</i> (O. F. Müll.)	—	—	—	1	1	—
<i>A. costata</i> Sars	—	—	1	—	—	—
<i>A. guttata</i> Sars	—	—	—	—	1	—
<i>A. rectangula</i> Sars	—	—	—	1	—	1
<i>Alonella nana</i> (Baird.)	1	—	1	—	—	1
<i>A. exigua</i> (Lillj)	—	—	1	1	—	—
<i>Bosmina longirostris</i> (O. F. Müll.)	1	2	2	1	—	1
<i>B. coregoni</i> Baird	4	2	2	1	1	1
<i>Polyphemus pediculus</i> (Linne)	—	—	1	—	1	—
<i>Leptodora Kindtii</i> (Focke)	1	1	—	—	—	—
<b>Copepoda</b>						
<i>Diaptomus</i> sp.	1	3	—	1	1	1
<i>Cyclops</i> sp. sp.	2	4	—	1	1	1



А. С. ЛЕЩИНСКАЯ

## КОЛИЧЕСТВО И БИОМАССА ЗООПЛАНКТОНА МОЛОЖСКОГО ЗАЛИВА РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Одно из самых крупных в Советском Союзе — Рыбинское водохранилище существует 27 лет. Длина его, примерно, равна 120 км, наибольшая ширина — 60 км, площадь — 4650 кв. км. Водоем состоит из основного плёса и трех его крупных заливов: Шекснинского, Моложского и Волжского. В северо-западной части водохранилища, где расположен Дарвинский заповедник, находятся два наиболее крупных залива: Моложский и Шекснинский. Береговая линия обоих заливов чрезвычайно изрезана.

С 1941 г. началось затопление обширного пространства Молого-Шекснинской низины. Проектная отметка впервые была достигнута в мае 1947 г. Было затоплено большое количество различных по величине озер, речек, болот, торфяников. Поэтому вполне естественно, что первоначально гидрофауна, и зоопланктон в частности, были очень разнообразны по своему составу, происхождению и обилию.

Работы Б. С. Грёзе (1938), Д. А. Ласточкина (1931, 1947) дают представление о планктоне до зарегулирования стока. Наиболее ранняя по времени работа, посвященная зоопланктону Моложского залива после зарегулирования принадлежит И. П. Комаровой (1945, цитируется по Е. Н. Преображенской, 1960). Затем продолжила наблюдения Е. Н. Преображенская (1960) и наиболее полно описала зоопланктон Н. М. Воронина (1955, 1959). В 1966 г. исследования зоопланктона были продолжены А. С. Лещинской. Материалом для этого сообщения послужили итоги наблюдений автора с 1966 по 1968 гг., обработанные сборы 1965 г. и литературные данные. В работе приводится описание современного состояния зоопланктона Моложского залива в сравнении с прошлыми годами, а также видовой состав, количество и биомасса на разных участках в периоды наиболее активного продуцирования его (июнь, июль, август).

### Материал и методика

Материал собирался регулярно, два раза в месяц в период свободной ото льда воды и раз в месяц в период ледостава на 4-х постоянных станциях (рис. 1). С июня по октябрь дополни-



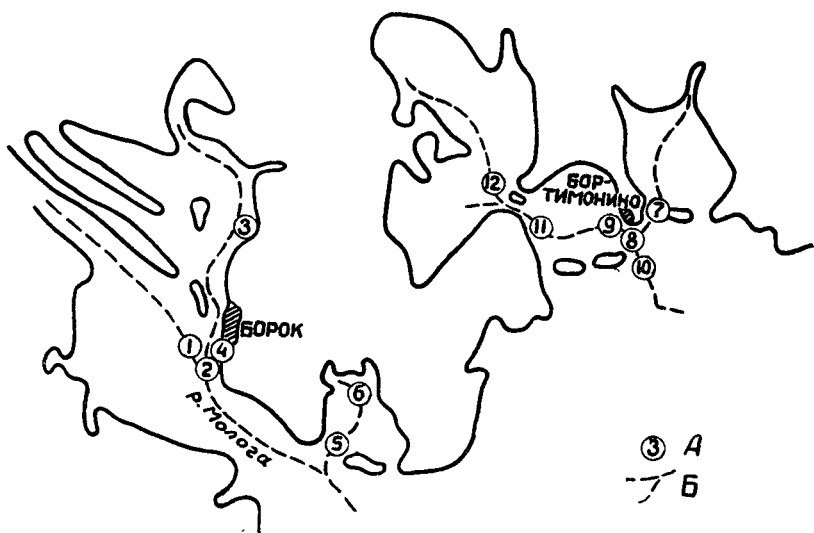


Рис. 1. Схема расположения гидробиологических станций.  
А — станция и ее номер, Б — затопленные русла рек.

#### Станции:

1 — русло р. Молога у Борка, 2 — устье р. Лоши, 3 — мелководье р. Лоши у Красных Лук, 4 — лабораторный залив у Борка, 5 — Мшичино у входа в залив, 6 — Мшичино в кустовой части залива, 7 — р. Ветка — русло, 8 — слияние р. Ветки с р. Яной, 9 — р. Яна у кордона, 10 — р. Яна у рыбсклада, 11 — р. Яна у б. дер. Изможево, 12 — р. Яна у торфяников.

тельно обследовались Мшичинский и Бор-Тимонинский заливы, которые являются одними из главнейших нерестилищ Рыбинского водохранилища. Таким образом, в летнее время под наблюдением было 12 постоянных пунктов. Всего было собрано и обработано 614 количественных проб зоопланктона. Чтобы получить сравнимые результаты нам пришлось использовать ранее принятую методику количественного сбора зоопланктона. С 1966 г. метод взятия проб был несколько усовершенствован: были использованы две сетки Джеди, одинаковые по размерам (диаметр входного кольца равен 11,6 см), но разные по номерам мельничного газа — № 70 и № 42 (по новой нумерации).

До наших исследований планктон собирали одной сетью, брали только тотальный лов (от дна до поверхности) по два раза на одной станции. Подсчет производили по 0,4—0,6 см<sup>3</sup> в летних пробах и полностью в зимних. Для получения более достоверных данных о количестве зоопланктона нами была проделана работа методического характера. В итоге опытных ловов выяснилось, что одновременный облов планктона двумя одинаковыми сетями, но с разными номерами мельничного газа дает лучшие результаты, полнее облавливаются все организмы зоопланктона, начиная от самых мелких — простейших, таких как Arcella, Се-



gatum и др. до наиболее крупных и подвижных рачков, таких как *Leptodora*, *Polyphemus*, *Heteroscore* и др. На станции обычно производили тотальный лов каждой сетью по два раза с разных бортов судна или лодки. Планктон сливали в одну бутылку объемом 0,5 л. Затем, после фиксации 4%-ным формалином и отстаивания в течение недели, планктон концентрировали в склянке объемом в 100 см<sup>3</sup>. Подсчет планктона производили в камере Богорова. Как правило, для подсчета пользовались штемпель — пипеткой (пипетка поршневая, объем 1 мл). В зимнее время, когда планктона было мало, производили подсчет во всей пробе, летом в 3 см<sup>3</sup>. Подсчет зоопланктона в усредненной пробе (из 4 ловов) значительно ускорил обработку материала и устранил, до известного предела, ошибку в случае непопадания тех или иных видов зоопланктона в сеть Джеди во время однократного лова.

Во время подсчета организмов зоопланктона производилось и измерение представителей всех видов с помощью окуляр-линейки. Измерялись наибольшая длина  $L$ , включая выросты, щетинки, жгуты и т. д. Затем длина собственно тела —  $l$ , и наибольшая ширина тела —  $m$ . При пересчете на объем обычно учитывались  $l$  и  $m$ . Измерение организмов производилось во всех пробах, в результате чего получен материал о размерах всех зоопланктонов в разное время года и в разных биотопах. Объем организмов высчитывался для разных стадий развития и размерных групп по геометрическим формулам. Для массовых видов кладоцер были взяты три размерные группы: крупные, средние и мелкие. Индивидуальные веса организмов определялись путем вычисления объема фигур — цилиндра, конуса, шара и т. д. (удельный вес организмов был принят за 1). Наиболее массовые и крупные формы взвешивались по С. Н. Уломскому (1951, 1958, 1961). Сопоставление полученных нами данных с опубликованными стандартными весами (Мордухай-Болтовской, 1954; Уломский, 1961; Боруцкий, 1960 и др.) показало, что имеется много совпадений, но есть различия в весе для одних и тех же видов, близких по своим размерам. Поэтому при вычислении биомассы зоопланктона мы использовали наши размерные и объемные характеристики, полученные для каждой пробы отдельно. Такой способ определения биомассы несколько трудоемок, но зато более соответствует истинной величине биомассы зоопланктона в данный период времени года и для данного биотопа.

Обычно на станции, кроме тотального лова, проводили горизонтальный лов с поверхностного полуметрового слоя воды, протяженностью 20 м одной или двумя сетями, в зависимости от обилия фитопланктона. Горизонтальный лов протяженностью 20 м служил хорошим контролем за видовым составом зоопланктона.

Для настоящего сообщения использован материал, собранный на русловой части р. Мологи у пос. Борок и р. Лоши, впа-



дающей в Мологу. Здесь были проведены наблюдения предшествующими исследователями, и имеются данные о количестве зоопланктона за ряд лет (Преображенская, 1960; Воронина, 1955). Благодаря этому представляется возможность проследить изменения в составе и количестве зоопланктона за несколько лет.

### Гидрологический и гидрохимический режим Моложского залива

Наиболее характерной особенностью Рыбинского водохранилища, так же как и большинства водохранилищ, работающих на энергетику и орошение, является периодическое колебание уровня воды. Большая амплитуда колебаний уровня водохранилища в отдельные годы обуславливает непостоянство морфометрических элементов водоема и его гидрохимического режима. Поднятие уровня вызывает затопление прибрежных участков, расширяет площади мелководья; понижение уровня приводит к осушению большой территории и, порой, катастрофически отражается на жизни гидробионтов. Наблюдения за уровнем воды в продолжение 1948—1968 гг. показали, что наименьшая среднегодовая отметка 7,37 м наблюдалась в 1964 г., низкий среднегодовой уровень 7,38 был в 1952 г., затем в 1960 г. — 7,62, в 1963—7,89. Наиболее высокий среднегодовой уровень наблюдался в 1953 г. — 9,4 и в 1961 г. — 9,04. Причем за низким уровнем 1952 г. следовал весьма высокий уровень в 1953 г. Такое же повторение происходило в 1960 и 1961 гг. За последние три года — 1965, 1966, 1967 среднегодовая высота уровня была близка к средней многолетней (8,37).

Моложскому и Шекснинскому заливам водохранилища свойственны постоянная слабая проточность и движение водных масс при ветровой погоде. Постоянные течения и временные токи, возникающие в водоеме, обуславливают гомотермию его водной массы и аэрацию придонного слоя, а также препятствуют илоотложению на руслах затопленных рек. Хороший прогрев водной массы и высокая температура в придонных слоях способствуют быстрому распаду органических веществ и регенерации биогенных элементов (Аничкова, 1959). Наблюдения на русловой части Моложского залива и в центральной части Рыбинского водохранилища показали, что Моложский залив значительно богаче зоопланктоном. Биомасса зоопланктона в Моложском заливе исчисляется граммами на 1 м<sup>3</sup>, а в центральной части — миллиграммами.

Температурный режим на Рыбинском водохранилище в течение 20 лет подвергался значительным колебаниям. Наиболее холодным был маловодный 1952 год — среднегодовая температура воды равна 6,5°, затем 1956, 1967 и 1968 гг. (6,6°) и 1959, 1962 гг. (6,8°).

За два последних десятилетия 1967 г. и 1954 г. были самыми теплыми (8,3 и 7,8°). Это обстоятельство повлекло за собой повышение продуктивности зоопланктона, биомасса которого в



Моложском заливе достигала наибольшей величины: в 1954 г. — 14,9 г/м<sup>3</sup>, в 1967 г. — 12,8 г/м<sup>3</sup>. За последние 4 года наиболее холодным был 1965 г.; наиболее теплым — 1967 г.

Продолжительность времени открытой воды (свободной от льда) влияет на годовую (суммарную) продукцию зоопланктона. За два десятилетия наблюдались значительные колебания продолжительности времени открытой воды. В Моложском заливе в районе Борка средняя многолетняя продолжительность открытой воды равна 205 дням. Наименьшая продолжительность, равная 154 дням, наблюдалась в 1952 г. с наиболее низким уровнем воды и наиболее низкой температурой.

Материалы о гидрохимическом режиме водоема изложены в работах Н. И. Аничковой (1959, 1960, 1974). В частности Н. И. Аничкова указывает на неблагоприятный кислородный режим и низкую первичную продукцию в районе р. Яны и Изможева. Это хорошо объясняют полученные нами данные, свидетельствующие о бедности зоопланктона в этом районе и настоящее время.

### Изменение видового состава зоопланктона в период с 1948 по 1968 г.

С момента возникновения водохранилища до 1947—1949 гг. видовой состав зоопланктона Моложского залива быстро изменялся и от сборного типа все больше приближался к планктону водоемов озерного типа. В первое десятилетие после затопления основную группу планктона составляли Rotatoria, численности которых возрастала с каждым годом. Rotatoria были представлены 37 видами, Cladocera — 25 и Copepoda, занимавшие по количеству экземпляров второе место, 6 видами.

В настоящее время, к концу третьего десятилетия существования Рыбинского водохранилища, общее количество видов зоопланктона достигает на русловой части Мологи — 48. Число видов Rotatoria уменьшилось с 37 до 21, Cladocera — с 25 до 18, а Copepoda увеличилось с 6 до 9 видов. Видовой состав Copepoda стал разнообразнее, но по количеству экземпляров и биомассе Copepoda по-прежнему занимают второе место после Cladocera. Мы обнаружили не все виды придонных и редко встречающихся циклопид, отмеченных А. В. Монаковым (1968) в составе прибрежного планктона Волжского залива водохранилища. Поэтому наш список видов возможно увеличится.

В настоящее время в обследованных нами участках Моложского залива водохранилища повсеместно и в большом количестве встречаются следующие виды:

*Keratella cochlearis* Gosse.  
*Polyarthra trigla-vulgaris* Ehrb.  
*Asplanchna priodonta* Gosse.  
*Bosmina coregoni* Baird.



*Chydorus sphaericus* (O. F. Müller).  
*Mesocyclops* (s. str.) *leuckarti* Claus.  
*Cyclops strenuus* Fisch.  
*Eudiaptomus gracilis* (Sars.).  
*E. graciloides* (Lill).

**Копеподитные стадии** Cyclopoidae и Calanoidae.

Частота встречаемости этих видов приближается к 100 %.

Количество ведущих видов, частота встречаемости которых не менее 30 %, значительно больше. На русловой части Мологи из группы Rotatoria к ведущим видам можно отнести следующие:

<i>Keratella cochlearis</i> Gosse	— 40 %	встреч.
<i>Brachionus</i> sp.	— 40 %	—»—
<i>Polyarthra trigla</i> Ehrb.	— 32 %	—»—
<i>P. platiptera</i> Ehrb.	— 32 %	—»—
<i>Brachionus angularis</i> Gosse	— 40 %	—»—
<i>Br.</i> sp. sp.	— 40 %	—»—
<i>Asplanchna priodonta</i> Gosse	— 32 %	—»—
<i>Asplanchna</i> sp.	— 56 %	—»—
<i>Diurella</i> sp.	— 39 %	—»—

Из группы Cladocera:

<i>Diaphanosoma</i> sp. juv	— 40 %	встреч.
<i>Sida crystallina</i> (O. F. Müller)	— 40 %	—»—
<i>Daphnia longispina hyalina</i> Leidig	— 64 %	—»—
<i>D. cucullata</i> Sars.	— 48 %	—»—
<i>D. cristata</i> Sars.	— 48 %	—»—
<i>Bosmina coregoni</i> Baird	— 80 %	—»—
<i>Chydorus sphaericus</i> (O. F. Müller)	— 64 %	—»—
<i>Ch. globosus</i> Baird	— 32 %	—»—

Из группы Copepoda:

<i>Cyclops strenuus</i> Fisch	— 72 %	встреч.
<i>Mesocyclops leuckarti</i> Claus	— 48 %	—»—
<i>Eudiaptomus gracilis</i> (Sars.)	— 48 %	—»—
<i>Heterocope appendiculata</i> Sars	— 40 %	—»—

Последний вид только в 1967 г. стал занимать в планктоне одно из ведущих мест. В 1966 г. частота встреч его составляла 12 %, а в 1965 г. он совсем не был обнаружен.

Сравнительный анализ многолетних наблюдений за планктоном русловой части Мологи в районе Борка показал, что видовой состав зоопланктона с 1947 по 1967 гг. мало изменился. Основная биомасса зоопланктона состоит из Cladocera, из которых *Daphnia longispina* и *D. cucullata* занимают ведущее место. Можно только отметить, что за последние годы *D. cucullata* стала превалировать на *D. longispina*. По количеству особей и биомассе второе место занимают Copepoda. Среди них наиболее распространен *Cyclops strenuus*. Чаше и в большем количестве



ве, чем в первые годы стали встречаться *Heteroscore appendiculata*. Группа *Rotatoria* по количеству особей составляла 35—50%, однако биомасса всегда была меньше всех остальных групп, вследствие малых размеров коловраток.

По своему видовому составу и обилию зоопланктон Моложского залива в настоящее время близок к озерному-эвтрофному типу.

### Колебания численности и биомассы зоопланктона по годам

Данные о количестве и биомассе зоопланктона в русловой части Моложского залива приведены в табл. 1. Из этой таблицы можно видеть, что наиболее высокая биомасса зоопланктона наблюдалась в 1948 и 1954 гг. 1967 г. в гидрологическом отношении был благоприятным для развития зоопланктона. Отсутствие резких перепадов уровня в критические периоды зимы и весны обеспечило нормальное развитие гидрофауны, в том числе зоопланктона. По сумме тепла и среднегодовой температуре воды 1967 г. был наиболее теплым по сравнению с предшествующими годами (одним из самых теплых за 20 лет). Большее количество дней с температурой, благоприятной для большинства массовых форм гидробионтов, удлинило время вегетации фитопланктона и способствовало более продолжительному периоду продуцирования зоопланктона, что положительно сказалось на его суммарной годовой продукции. Наибольшее количество зоопланктона в русловой части Мологи в 1967 г. наблюдалось в начале августа и достигало 335,07 тыс. экз./м<sup>3</sup>, а биомасса 12,83 г/м<sup>3</sup>. Это самая большая величина биомассы, наблюдавшаяся за последние годы. Однако среднегодовая биомасса была сравнительно невелика и равнялась 2,1 г/м<sup>3</sup>.

Представляют интерес данные многолетних наблюдений за количеством и биомассой зоопланктона. Для сравнения взяты материалы июльских наблюдений на русловой части Мологи за период с 1947 по 1968 гг. Количество организмов зоопланктона колебалось в значительных пределах (табл. 1). Наибольшее количество зоопланктона наблюдалось в 1949 г. — 341,8 тыс. экз./м<sup>3</sup>, в последующие годы оно заметно уменьшилось. Несмотря на то, что 1967 г. был наиболее благоприятным для развития зоопланктона, количество последнего стало меньше, чем 13 лет тому назад. То же самое можно сказать и о величине биомассы. В начальный период становления водохранилища, т. е. с 1947 по 1954 гг., биомасса зоопланктона в июле колебалась по годам в пределах 2,96—14,97 г/м<sup>3</sup>, а в среднем равнялась 6,6 г/м<sup>3</sup>. Спустя десятилетие биомасса уменьшилась до 2,12 г/м<sup>3</sup> в 1966 г. и 2,09 — в 1967 г. (если не считать вспышку в августе), а в 1968 г., вследствие резкого похолодания в июле, биомасса уменьшилась до 1,52 г/м<sup>3</sup>. В среднем за 1965—1968 гг. величина биомассы была равна 1,84 г/м<sup>3</sup>. Таким образом, по сравнению с на-



**Количество и биомасса зоопланктона в русловой части Моложского залива  
в районе Дарвинского заповедника (в июле)**

	1947	1948	1949	1952	1953	1954	1966	1967	1968
Уровень воды (ср. за год) в условных отметках		8,4	8,97	7,38	9,4	7,9	8,67	8,3	8,14
Глубина в июле от 10,5 до 13,5 м									
Температура воды (среднее за год)			7,6	6,5	7,0	7,8	7,4	8,3	7,6
Температура воды (среднее за июль)			19,8	18,2	18,7	23,0	21,1	20,7	17,8
Кол-во дней открытой воды		241	215	154	211	220	220	218	204
Кол-во зоопланктона в тыс. экз. на 1 м <sup>3</sup> в июле	86,8	132,3	341,8	78,9	289,8	124,4	87,0	98,1	91,43
Биомасса зоопланктона в г/м <sup>3</sup> в июле	3,33	8,66	2,96	5,30	4,40	14,97	2,12	2,09	1,31

Средняя биомасса за 1947—1954 гг. — 6,61 г/м<sup>3</sup>    средн. за 1966—1968 гг. — 1,84 г/м<sup>3</sup>.

Данные о количестве зоопланктона за 1947—1954 гг. взяты из работы В. В. Ворониной (1957); биомасса высчитана автором.

В августе 1967 г. биомасса зоопланктона была 12,8 г/м<sup>3</sup>, кол-во — 335,07 тыс. на 1 м<sup>3</sup>.



чальным периодом, в русловой части Мологи в 1965—1968 гг. количество и биомасса зоопланктона уменьшились.

Биомасса зоопланктона на других участках Моложского залива за период с 1965 по 1968 г. характеризуется табл. 2.

В устье Лоши, впадающей в Мологу, наблюдалось уменьшение биомассы зоопланктона с  $5,23 \text{ г/м}^3$  в 1966 г. до  $1,48 \text{ г/м}^3$  в 1968 г.

На других участках Моложского залива, например, на мелководье Лоши у Красных Лук, сравнительно высокая биомасса наблюдалась два года подряд в 1966 г. —  $4,38 \text{ г/м}^3$  и в 1967 гг. —  $3,40 \text{ г/м}^3$ , но из-за холодного июля в 1968 г. понизилась до  $1,7 \text{ г/м}^3$ .

У входа на Мишичинский залив (станция № 1), где происходит столкновение разных по происхождению токов воды — русловых вод Мологи и богатых гуминовыми веществами вод залива, биомасса зоопланктона ниже, чем в русловой части Мологи и колебалась в пределах от  $1,02$  до  $1,57 \text{ г/м}^3$ . На этом участке уменьшение зоопланктона по годам очень невелико. Можно сказать, что количество зоопланктона за четыре года не изменилось. Еще меньше зоопланктона в кутовой части залива (станция № 2). Здесь в июле биомасса была равна в 1966 г. —  $0,30$ ; в 1967 г. —  $1,23$ ; в 1968 г. —  $0,34 \text{ г/м}^3$ . Средняя биомасса за три летних месяца была несколько меньше, чем на станции № 1 —  $0,87 \text{ г/м}^3$ .

На обширном пространстве Бор-Тимонинского залива величина биомассы зоопланктона на разных участках также была неодинаковой. Бедна зоопланктоном русловая часть реки Ветки. Средняя величина биомассы с 1965 по 1968 гг. колебалась от  $0,12$  до  $0,77 \text{ г/м}^3$ . На реке Яне у Изможева биомасса зоопланктона уменьшилась с  $2,53$  — в 1965 г. до  $0,29 \text{ г/м}^3$  в 1968 г. Уменьшение зоопланктона на реке Яне у Торфяников наблюдалось также с  $2,4$ — $4,65 \text{ г/м}^3$  в 1965—1966 гг. до  $0,3$ — $0,27 \text{ г/м}^3$  в 1967—1968 гг.

Наиболее богаты зоопланктоном в Бор-Тимонинском заливе участки реки Яны у рыбсклада (средняя биомасса за VI, VII, VIII 1965—1968 гг. равна  $4,97 \text{ г/м}^3$ ), у кордона ( $1,6 \text{ г/м}^3$ ) и на месте слияния реки Яны с Веткой ( $2,4 \text{ г/м}^3$ ). На этих участках уменьшение биомассы зоопланктона за последние годы мало заметно. Имеются материалы, которые говорят о том, что зоопланктона недостаточно для питания его главного потребителя — синца, обитающего в Бор-Тимонинском заливе и в русловой части Моложского залива.

М. Хашем (1968) указывает на понижение темпа роста синца Рыбинского водохранилища. Синец всех возрастов в 1966 и особенно в 1967 гг. характеризуется более низким темпом роста по сравнению с 1956—1957 гг. В 1966—1967 гг. значительно снизилась упитанность всех возрастных групп синца во все сезоны года по сравнению с 1956—1957 гг. Прямые наблюдения за количеством и биомассой планктона и косвенные данные о тем-



Биомасса зоопланктона на постоянных станциях в Моложском заливе в районе  
Дарвинского заповедника (в г/м³)

Название станций		Глубины от—до	1965	1966	1967	1968	Среднее
Устье Лоши	Июль	4,5—5,2	1,63	3,38	4,42	1,30	2,68
	среднее за VI, VII, VIII	3,5—5,5	0,06	5,23	2,65	1,48	2,70
Мелководье Лоши	Июль	4,0—5,2	4,38	4,51	2,93	1,43	3,31
у Красных Лук	среднее за VI, VII, VIII	3,7—6,6	2,19	4,38	3,40	1,70	2,91
Лабораторный залив	Июль	1,3—2,0	—	27,71	0,45	0,05	9,34
у Борка	среднее за VI, VII, VIII	0,8—2,0	—	13,21	0,84	0,64	4,90
Мшичино	Июль	4,0—5,2	—	0,79	1,04	0,61	0,81
ст. № 1, у входа в залив	среднее за VI, VII, VIII	—	—	1,02	1,57	1,24	1,28
ст. № 2, кутовая	Июль	1,5—2,5	—	0,30	1,23	0,34	0,62
часть залива	среднее за VI, VII, VIII	1,5—0	—	0,60	1,01	1,02	0,87
Бор-Тимонино	Июль	2,2—3,0	—	—	—	0,88	—
река Ветка — русло	среднее за VI, VII, VIII	2,2—3,3	0,12	0,60	0,66	0,77	0,54
Слияние р. Ветки	Июль	2,5—3,0	—	—	—	2,90	—
с Яной	среднее за VI, VII, VIII	1,4—3,7	—	4,61	0,98	1,70	2,43
р. Яна у кордона	Июль	2,0—2,1	—	—	—	1,12	—
	среднее за VI, VII, VIII	2,0—2,2	—	1,30	1,72	1,16	1,39
р. Яна у рыбсклада	Среднее за VI—VIII	2,0	8,2	5,62	1,11	—	4,97
р. Яна у Изможева	Среднее за VI—VIII	2,0	2,53	1,89	0,30	0,29	1,25
Яна у торфяника	Среднее за V—IX	1,2—2,2	2,41	4,65	0,30	0,27	1,90



не роста синца приводят нас к выводу, что в Моложском заливе, особенно на русловой части Мологи, зоопланктона стало меньше.

В центральной части водохранилища величина биомассы зоопланктона значительно меньше, чем в Моложском заливе. По данным Л. А. Луферовой и А. В. Монакова (1966) с мая по октябрь средняя биомасса зоопланктона там не достигала даже  $1,0 \text{ г/м}^3$  и колебалась по годам в пределах от  $0,31 \text{ г/м}^3$  в 1956 г. до  $0,73 \text{ г/м}^3$  в 1960 г. и  $0,69 \text{ г/м}^3$  в 1963 году\*. Однако заметной тенденции к уменьшению биомассы зоопланктона по годам в открытой части водохранилища авторы не отмечают.

Уменьшение биомассы зоопланктона на русловой части Моложского залива в 1965—1968 гг. определялось с одной стороны действием абиотических факторов (температура воды, уровень и др.), а с другой стороны биотическими факторами. К последним относятся выедание мирных представителей зоопланктона хищниками, такими как *Asplanchna*, *Leptodora*, хищные циклопиды и др. (Лещинская, 1943), а также выедание планктона рыбами, главным образом синцом, количество которого в последние годы заметно возросло (М. Т. Хашем, 1968).

Таким образом, наши исследования показали, что в 1965—1968 гг. по сравнению с первыми годами существования водохранилища в составе и количестве зоопланктона русловой части Моложского залива произошли некоторые изменения. Исчезли *Synchaeta pectinata*, *Ceriodaphnia reticulata*, *Alona costata*, *Polyphemus pediculus*, *Bythotrephes longimanus*. Уменьшилось количество *Alona nana*, *Moina rectirostris*. Такие виды как *Daphnia cucullata*, *Eucyclops viridis* стали встречаться чаще чем раньше.

Биомасса уменьшилась с  $6,6 \text{ г/м}^3$  в 1947—1954 гг. до  $1,84$  в 1966—1968 гг.

На мелководных участках Моложского залива по данным 1965—1968 гг. биомасса зоопланктона мало изменилась и в среднем составляла  $2,91—3,31 \text{ г/м}^3$  на мелководье Лоши,  $4,97—0,53 \text{ г/м}^3$  в Бор-Тимонине и  $1,28—0,62 \text{ г/м}^3$  на Мшичине, что значительно выше, чем на центральном плесе водохранилища. Поэтому мелководья Моложского залива сохраняют свое значение, как места нагула молоди рыб и планктофагов. Уменьшение же биомассы зоопланктона на русловой части свидетельствует о некотором ухудшении кормовой базы для таких планктофагов как синец, косвенным подтверждением тому служат данные о снижении темпа роста и упитанности синца в последние годы.

#### ЛИТЕРАТУРА

Аничкова Н. И. Некоторые черты гидрохимического режима северной части Рыбинского водохранилища. Труды Дарвинского гос. заповедника. в. V. Вологда. 1959.

Аничкова Н. И. Некоторые черты гидрологического и гидрохимического

\* По нашим данным за эти же сроки (май — октябрь) в 1966—1969 гг. в Моложском заливе даже на самых бедных русловых участках средняя биомасса зоопланктона колебалась в пределах от  $0,77$  до  $3,10 \text{ г/м}^3$ .



режима северной части Рыбинского водохранилища, имеющего значение в жизни рыб. Труды Дарвинского гос. заповедника, в. VI. Вологда. 1960.

Аничкова Н. И. Гидрохимический режим нерестилищ Моложского залива Рыбинского водохранилища (настоящий сборник).

Боруцкий Е. В. Определитель свободноживущих пресноводных веслоногих раков СССР и сопредельных стран по фрагментам в кишечниках рыб. Изд. АН СССР. М. 1960.

Воронина Н. М. Зоопланктон северных отрогов Рыбинского водохранилища и его кормовое значение. Автореферат диссертации. М. 1955.

Воронина Н. М. К вопросу о годовых изменениях зоопланктона Рыбинского водохранилища. Труды Всесоюзного гидробиологического общества, т. VIII. Изд. АН СССР. М. 1957.

Воронина Н. М. Горизонтальное распределение зоопланктона в северных отрогах Рыбинского водохранилища. Труды Всесоюзного гидробиологического общества, т. IX. Изд. АН СССР. М. 1959.

Грёзе Б. С. О планктоне р.р. Шексны, Мологи и Сити. Труды Ярославского естество-исторического и краеведческого общества, т. IV, вып. 2. Ярославль. 1928.

Ласточкин Д. А. Гидробиологические исследования рек Волги и Мологи. Труды Ивановского с.-х. института, вып. 2. Иваново. 1936.

Лещинская А. С. Количество и биомасса зоопланктона оз. Кротоменского (Калининской обл.). Автореферат диссертации. Ереван. 1943.

Луферова Л. А. и Монаков А. В. Зоопланктон Рыбинского водохранилища в 1956—1963 гг. Труды института биологии внутренних вод АН СССР, вып. 12 (15). Изд. «Наука», М.—Л. 1966.

Монаков А. В. Фауна циклопид прибрежной зоны Рыбинского водохранилища. Труды Института биологии внутренних вод АН СССР, вып. 17 (20). Изд. «Наука». Л. 1968.

Мордухай-Болтовской Ф. Д. Материалы по среднему весу водных беспозвоночных бассейна Дона. Труды проблемных и тематических совещаний института Зоологии АН СССР, вып. 2. М.—Л. 1954.

Мордухай-Болтовской Ф. Д. и Монаков А. В. Распределение зоопланктона в Рыбинском водохранилище в весенний период. Труды Института биологии внутренних вод, вып. 6 (9). Изд. АН СССР. М.—Л. 1963.

Преображенская Е. Н. Состав и распределение планктона в Моложском отроге Рыбинского водохранилища. Труды Дарвинского гос. заповедника, вып. VI. Вологда. 1960.

Уломский С. Н. Роль ракообразных в общей биомассе планктона озер. К вопросу о методике определения видовой биомассы зоопланктона. Труды проблемных и тематических совещаний института зоологии АН СССР, вып. 1. М.—Л. 1951.

Уломский С. Н. Материалы по сырому весу низших ракообразных из водоемов Урала. Научно-технический бюллетень ВНИОРХ, № 6. Изд. АН СССР. 1958.

Уломский С. Н. Сырой вес массовых форм низших ракообразных Камского водохранилища, как рыбохозяйственного водоема. Свердловск. 1961.

Хашем М. Т. Состояние популяции синца *Abramis ballerus* (L.) в Моложском отроге Рыбинского водохранилища. Вопросы ихтиологии, т. 8, вып. 5 (52). Изд. «Наука». М. 1968.



Ф. Д. МОРДУХАЙ-БОЛТОВСКОЙ

## ФАУНА БЕСПОЗВОНОЧНЫХ ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

(Общий обзор)

Жизнь прибрежной зоны Рыбинского водохранилища, и в частности населяющей ее фауны беспозвоночных, была предметом неоднократных исследований, начиная с конца 1940-х годов. Проводились исследования состава, обилия и динамики планктонной, донной и зарослевой фауны, а затем изучение жизненных циклов, питания и других сторон биологии отдельных массовых видов беспозвоночных. Однако фауна прибрежной зоны за все тридцать лет существования Рыбинского водохранилища не была объектом систематических регулярных наблюдений, подобных стандартным рейсам и периодическим съемкам, во время которых собирались материалы по планктону и бентосу открытой (лежащей за пределами прибрежья) части водохранилища. Поэтому материалы по фауне прибрежной зоны носят фрагментарный характер. Наиболее подробные исследования прибрежной зоны были выполнены Институтом биологии внутренних вод АН СССР (бывшим тогда еще Биологической станцией «Борок») в 1953 г. почти по всему водохранилищу, а в 1954 г. в районе Борка (местонахождения Института биологии внутренних вод АН СССР, в Волжском предустьевом участке). Исследования зоопланктона были повторены в этом районе в 1955—1956<sup>1</sup> г., а в 1956 г. изучалось значение состава зарослей для населяющей их фауны.

В 1957 г. здесь были проведены специальные наблюдения и опыты по выяснению влияния распадающейся растительности на зоопланктон. В 1960 г. был обследован зоопланктон прибрежья главного плёса водохранилища, а в 1962 г. повторены подробные исследования фауны зарослей в районе Борка.

Однако из всех материалов, собранных по фауне беспозвоночных, были опубликованы в 1958—1959 гг. только данные, отно-

<sup>1</sup> В 1953—1955 гг. подробные исследования фауны прибрежной зоны были выполнены также Дарвинским заповедником в районе его расположения (в Моложском плёсе). Результаты этих исследований, изложенные в рукописи В. Ф. Фенюк, в настоящей работе не использованы и будут опубликованы позднее в виде отдельной статьи.



сящиеся к 1953—1954 гг. и результаты специальных наблюдений 1956 и 1957 годов. Неоднократно публиковались также результаты исследований по отдельным видам (кладоцер, копепоид, олигохет, хирономид и др.), но они лишь частично позволяют судить о составе, обилии и динамике фауны в основных биоценозах прибрежной зоны.

Так как с 50-х годов прибрежная зона Рыбинского водохранилища подверглась существенным изменениям и процесс ее формирования закончился только к 1960-м годам, картина, полученная на основании сборов 1953—1954 гг., могла не соответствовать современному состоянию фауны прибрежной зоны, и для суждения о нем важно было использовать сборы последующих лет.

В настоящей работе я попытаюсь дать краткий общий обзор фауны прибрежной зоны Рыбинского водохранилища и ее жизни на основании как опубликованных, так и собранных позднее и не опубликованных до сих пор материалов<sup>1</sup>.

Предварительно следует сказать несколько слов о методике сборов и обработки прибрежной фауны, применявшейся Институтом биологии внутренних вод.

Зоопланктон в прибрежье собирался на самых малых глубинах процеживанием 100 л воды через простую планктонную сеть (из густых номеров газа), а на глубинах 1 м и более — малым планктоночерпачком (системы Вовка), или батомером в поверхностном, среднем и придонном слоях. Бентос только на глубинах более 2 м собирался обычным дночерпачком Экмана-Берджа площ.  $1/40 \text{ м}^2$ ; вообще же основным орудием для сбора бентоса служил трубчатый штанговый дночерпач (площ. сеч.  $1/300 \text{ м}^2$ ) такой конструкции, которая позволяет снимать верхний слой грунта и учитывать микробентос. Количественный учет фауны зарослей более труден и до сих пор еще недостаточно совершенен. В Рыбинском водохранилище эта фауна количественно исследовалась зарослечерпачком системы Бута, вырезающим объем  $1/80 \text{ м}^3$ . Сетка зарослечерпача и промывательное сито для проб дночерпача были из шелкового газа № 32—49.

При применении указанных способов сбора фауна всех биоценозов прибрежной зоны учитывалась полностью, за исключением придонных и зарослевых простейших и коловраток, для которых использовавшиеся номера газа были недостаточно густыми. При обработке материалов подсчет микробентоса, как и микрофауны зарослей, естественно, производился аналогично подсчету зоопланктона (с помощью штемпель-пипеток объемом 0,2, 0,5 и 2,0 мл). Для вычисления биомассы использовались таблицы среднего веса (М.-Болтовской, 1954). Численность и биомасса бентоса и микробентоса вычислялась в граммах на  $1 \text{ м}^2$ , а зоопланктона и

<sup>1</sup> Материалы, содержащие описание фауны верхнего горизонта защищенного прибрежья и частично — общую характеристику жизни прибрежной зоны, печатаются в монографии «Рыбинское водохранилище и его жизнь», составленной коллективом авторов Института биологии внутренних вод АН СССР.



фауны зарослей — в граммах на  $1\text{ м}^3$ . Более подробно методика количественного учета фауны прибрежных мелководий и малых водоемов, и применявшиеся при этом приборы описаны в специальных статьях (М.-Болтовской, 1955-6, 1958).

Прежде чем переходить к изложению результатов, следует уточнить, что мы подразумеваем под прибрежной зоной в условиях Рыбинского водохранилища и как она подразделяется.

### Границы и подразделения прибрежной зоны

В Рыбинском водохранилище, как и в других водохранилищах с сильными колебаниями уровня, прибрежная зона имеет особый характер. Это часть зоны временного затопления, обнажающейся на длительное время при понижении уровня.

При такой сильной «сработке» уровня, как в Рыбинском водохранилище, где она составляет обычно 3—4 м (а в некоторые годы более 5 м) зона временного затопления чрезвычайно велика и занимает в среднем около 40% (а при понижении уровня на 5 м — до 52%) всей площади водоема. Собственно прибрежной зоной можно считать лишь примыкающую к берегам наиболее мелководную часть зоны временного затопления. Обычно в гидрологии и на водном транспорте нижней границей мелководной зоны считают изобату 2 м. Если учесть, что в Рыбинском водохранилище средний навигационный уровень примерно на 1 м ниже НПГ (нормального подпорного горизонта), границу мелководья целесообразно переместить на изобату 3 м. (Бакулин, 1968). В условиях Рыбинского водохранилища эта глубина может считаться границей прибрежных мелководий и с точки зрения биолога, так как глубже не распространяются высшие водные растения и, по всей видимости, не происходит промерзание грунта.

Таким образом, мы принимаем за прибрежную зону в Рыбинском водохранилище широкую полосу между урезом воды при НПГ и изобатой 3 м, занимающую площадь около  $1400\text{ км}^2$ , что составляет около 32% площади всего водохранилища и 75% площади зоны временного затопления.

Прибрежная зона водохранилища не однородна и расчленяется в горизонтальном и вертикальном направлении. Характер побережья прежде всего определяется защищенностью его от волнения, поскольку от этого зависит возможность образования здесь зарослей высших растений. У открытых незащищенных берегов, подвергающихся постоянному действию прибоя, высшие растения практически совершенно отсутствуют. В Рыбинском водохранилище у берегов, как правило, в результате размыва почв образуются песчаные пляжи, иногда с примесью камней (валунов); местами, где были большие пространства торфяников, побережье до сих пор образовано торфяными сплавами. Значительная часть побережья была занята ранее массивами мертвых лесов, представлявших особый, своеобразный биотоп, свойст-



венный водохранилищам лесного пояса. Леса ослабляют действие волнения, под ними грунт размывается не полностью и здесь возможно в какой-то мере развитие растительности даже у открытого берега, а тем более в заливах.

В настоящее время мертвые леса большей частью уже разрушены; небольшие разреженные остатки их сохранились преимущественно вокруг Центрального мыса и в прилегающих районах, местами у южного берега водохранилища. В дальнейшем исчезнут и они, и открытое незащищенное побережье будет почти целиком состоять из песчаных пляжей. Уже и теперь они занимают подавляющую часть берегов. Исчезновение лесов и разрушение торфяных сплавин способствовало размыванию защищенных мелководий и выравниванию рельефа дна и береговой линии. Этот процесс в настоящее время в основном уже закончился (Курдин и Зиминова, 1968) и, в результате площадь, занятая зарослями высших растений, сильно сократилась. В середине 1950-х годов они занимали уже менее 5% площади водохранилища (Кутова, 1957), а в последние годы не более 1,3% его площади (Белавская и Кутова, 1966).

Таким образом, в горизонтальном направлении с точки зрения биолога можно различить три основных биотопа: хорошо защищенные от волнения участки с зарослями; незащищенное от волнения побережье без зарослей, преимущественно песчаное; и кое-где сохранившиеся еще участки (как у открытых берегов, так и в бухтах), покрытые остатками мертвых лесов.

В вертикальном направлении прибрежная зона также явственно расчленяется, особенно в защищенных участках. Развитие зарослей высших растений в Рыбинском водохранилище, в соответствии с его низкой прозрачностью, возможно лишь в самых мелководных участках до глубины 1,5 м. Глубже 1,5 м сплошные заросли уже не образуются, хотя водные растения (некоторые виды рдестов) распространяются местами до глубины 2,5—3 м, образуя отдельные пятна и куртинки (Леонтьев, 1956; Белавская и Кутова, 1966).

Для состава и обилия фауны это имеет очень важное значение и поэтому с точки зрения зоолога прибрежная зона Рыбинского водохранилища по вертикали естественно расчленяется на верхний горизонт или зону зарослей с глубинами от 0 до 1,5 м и нижний горизонт, лишенный сплошных зарослей, с глубинами от 1,5 до 3 м.

В пределах верхнего горизонта можно наметить еще несколько поясов, отличающихся по глубине, длительности затопления и составу растительности. Верхний из них, с глубиной приблизительно до 0,25—0,3 м (от НПГ) занят преимущественно влаголюбивыми наземными и земноводными растениями, особенно осоками (в последние годы часто заменяющимися канареечником). Ниже располагается пояс очень пестрой по составу экологических групп растительности, среди которой преобладают земноводные растения, но с примесью влаголюбивых наземных и водных



(полевица, манник, жерушник, некоторые рдесты и др.); роль водных растений здесь в последнее десятилетие уменьшилась, а некоторые (как элодея) почти исчезли. Наконец, в нижнем поясе, глубже 1 м, заросли становятся заметно реже и в них преобладают уже водные растения, хотя с примесью земноводных (рдесты, гречиха, омежник и др.) (Кутова, 1957; Леонтьев, 1957; Экзерцев, Белавская, Кутова, 1970).

Верхний горизонт является, кроме того, в значительной мере «осушным», т.е. не только обнажается при понижении уровня, но при нормальном уровне воды успевает обнажиться еще до наступления морозов, к концу октября — началу ноября. Грунты верхнего горизонта после ухода воды начинают обсыхать, причем наиболее мелководные части, обнажающиеся в августе-сентябре, успевают не только хорошо высохнуть, но и зарости густым покровом из продолжающих вегетировать прибрежно-водных, а также наземных растений, выносящих длительное затопление и в угнетенном виде сохранившемся под водой.

Нижний горизонт отличается от верхнего не только отсутствием зарослей, но и тем, что обнажается вообще уже после наступления морозов, так что грунты здесь не обсыхают, а сразу после отхода воды начинают промерзать или покрываются еще до этого льдом. В маловодные годы с низким уровнем, когда он при максимальном подъеме не достигал НПГ на 1 м или более (1952, 1954, 1960, 1963, 1964), весь или почти весь верхний горизонт прибрежной зоны (а в 1952 г. даже с частью нижнего) не затоплялся, полностью просыхал и обильно зарастал наземной растительностью. В такие годы во второй половине лета водные растения начинали появляться на самых мелководных участках, относящихся, следовательно, уже к нижнему горизонту, в большем количестве, чем обычно, но все же не образуя сколько-нибудь заметных зарослей. В отдельные годы (1953) близкий к НПГ (и даже несколько превосходящий его) уровень держался чрезвычайно долго, в течение всей осени, и начинал падать только зимой; в такие годы заросли существовали дольше, чем обычно, и начинали постепенно отмирать с похолоданием, а не от обнажения прибрежной зоны.

Глубже нижнего горизонта прибрежья находится нижняя часть зоны временного затопления, уже не относящаяся к прибрежной зоне. Она обнажается в последние месяцы зимы и под образовавшимся к этому времени толстым слоем льда со снегом грунты уже не промерзают и остаются влажными. Поэтому населяющая их фауна уже не отличается от фауны лежащей еще глубже области постоянного затопления.

Общая схема вертикального расчленения Рыбинского водохранилища дана на рис. 1, на котором граница областей временного и постоянного затопления проведена на глубине между 4 и 5 м от НПГ, что близко к среднемуголетнему минимальному уровню воды, определенному Савиной (1965). На схеме представлен в



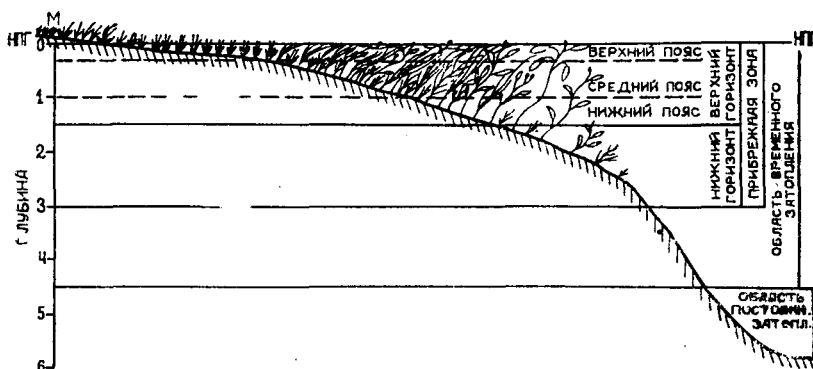


Рис. 1. Схема вертикального расчленения Рыбинского водохранилища с участком расчлененного побережья.

очень упрощенном виде вертикальный разрез от Центральной части водохранилища к берегу защищенного залива.

Рассмотрим жизнь фауны прибрежной зоны Рыбинского водохранилища по намеченным выше горизонтальным и вертикальным подразделениям.

### Защищенное от волнений побережье

Как упоминалось выше, защищенные от волнений участки прибрежной зоны располагаются в более или менее глубоко вдающихся в берег заливах и бухтах и в устьях впадающих в водохранилище рек; местами защищенные участки образуются и за островами.

#### *Верхний горизонт (от 0 до 1,5 м) или зона зарослей высших водных растений*

Этот биотоп по видовому составу фауны, по ее обилию и по ходу развития в течение года или, как говорят, сезонной динамике чрезвычайно резко отличается от всех других биотопов водохранилища. Отличия настолько глубоки, что придают верхнему горизонту защищенной прибрежной зоны характер как бы «другого государства», иногда водоема, находящегося в пределах водохранилища, но живущего другой жизнью, чем остальное водохранилище.

#### *а) Видовой состав фауны*

По видовому составу фауны зона зарослей отличается прежде всего наличием большой группы форм, специфически приуроченных к условиям обитания среди высших растений.

Они образуют характерный фитофильный биоценоз, состоящий из видов, тесно связанных с растениями биологически — использующих их как субстрат для передвижения, постройки доми-



ков, откладки яиц, или как пищу. Фитофильные формы, как известно, имеются в очень многих группах водных беспозвоночных. Часть из них не очень строго приурочена именно к макрофитам и обитает также и на незарастающих мелководьях. Есть и очень эвритопные формы, которые могут обитать и на растениях, и на дне, и в толще воды.

Много настоящих фитофильных видов есть среди корненожек (ползающие по растениям), инфузорий и коловраток (бегающие и ползающие по растениям, а также прикрепленные одиночные и колониальные формы). Однако эти наиболее мелкие формы исследовались до сих пор лишь в планктоне Рыбинского водохранилища, и состав фитофильных видов этих групп не выявлен. Среди других групп беспозвоночных в прибрежье Рыбинского водохранилища распространены следующие фитофильные формы. Из кишечнополостных — гидры; из олигохет — ряд видов семейства наидид (*Naididae*), в массе населяющих заросли: *Stylaria lacustris*, виды *Chaetogaster* и другие; из пиявок — виды *Glossiphonia*.

Большая группа фитофилов известна среди *Cladocera*, хотя «облигатно-фитофильные» виды, не встречающиеся иначе, как на растениях, указать трудно. Наиболее ясно выраженные фитофилы из сидид — *Sida crystallina*, из дафнид — *Simoscephalus vetulus* и *S. exipinosus*, хотя они часто бывают и в планктоне; из хидорид — *Eurycercus lamellatus*, *Acroporus harpae*, *Peracantha truncata*, *Alonella excisa*, *A. exigua* и некоторые другие. Из copepod к фитофилам следует относить ряд циклопов, особенно *Eucyclops serrulatus* и другие виды этого рода, некоторые виды *Microcyclops*. Ряд видов *Ostracoda* также обитает главным образом на макрофитах: таковы *Candona candida*, *C. rostrata*, *Dolegocypris fasciata* (Луферова, 1968). Очень много фитофильных видов среди насекомых, что естественно объясняется преобладанием среди них вторичноводных форм с воздушным дыханием, для осуществления которого животное должно часто подниматься к поверхности воды, используя для этого растения. Личинки стрекоз, представленных преимущественно подотрядом *Zygoptera* (*Erythromma*, *Coenagrion* и др.), личинки поденок (главным образом *Cloëon*), клопы (преимущественно *Corixidae*), жуки (мелкие *Dytiscidae*, *Hydrophilidae*) состоят почти исключительно из фитофильных форм — или живущих на растениях, или плавающих между ними. Очень большое число фитофилов находим и среди двукрылых, именно хирономид: личинки *Endochironomus gr. tendens*, *Psectrocladius gr. psilopterus*, *Cricotopus gr. silvestris*, *Corynoneura gr. celeripes*, *Ablabesmyia gr. monilis*, *Pelopia* и многие другие. Много фитофилов есть и среди ручейников, из которых чаще всего в прибрежных зарослях встречались личинки *Agraylea*, нередко также личинки *Agropygia*, *Limnophilus* и очень крупные личинки *Phryganea* (Заречная, 1959).

Не меньше их и среди водяных клещей (виды *Limnesia*, *Piona*, *Arghenurus* и др.) (Соколов, 1950).



Большая группа типично фитофильных животных есть среди моллюсков. Практически к их числу относятся почти все виды целого подкласса легочных (*Pulmonata*), несомненно вторичноводных моллюсков. В прибрежье Рыбинского водохранилища они представлены группой видов катушек (сем. *Planorbidae*) — *Planorbis planorbis*, *Anisus spirorbis*, *A. vortex*, *Gyraulus albus*, *Bathyomphalus contortus*, *Armiger crista*, а также прудовиков — *Radix ovata*, *R. pereger*, *Galba palustris*.

Из других семейств встречается *Physa fontinalis*. Из переднежаберных моллюсков преобладают виды зарослево-придонные, как *Viviparus contectus*, *Bithynia tentaculata* и только *Valvata pulchella* может считаться настоящим фитофилом.

Таким образом, фауна прибрежных зарослей резко отличается от фауны незарастающих областей водохранилища большим числом специфических видов, совершенно отсутствующих или лишь случайно попадающихся за пределами зарослей. Этот фитофильный биоценоз (или комплекс биоценозов) характеризуется большим видовым и групповым разнообразием, значительно большим, чем биоценозы дна и пелагиали. Тем не менее в Рыбинском водохранилище он оказывается заметно обедненным, если сравнить его с биоценозами зарослей макрофитов постоянных водоемов. В последних мы находим много типично или преимущественно фитофильных форм, отсутствующих или редких в прибрежьи водохранилища. Сюда относятся, например, многие личинки поденок (*Baëtis*, *Siphonurus*), личинки стрекоз из подотряда *Anisoptera* (напр. *Aeschna*, *Anax* и др.), крупные водяные клопы *Ranatra*, *Nepa*, *Naucoris* и др., крупные плавунцы *Dytiscus* и водолюбы *Hydrous*, катушки *Coretus corneus*, прудовики *Limpaea stagnalis*. Это все преимущественно крупные, хорошо известные каждому биологу формы. Видимо, многим из них требуется для развития более длительное время, чем период нахождения под водой мелководий водохранилища, и они не могут завершить здесь жизненный цикл. Во всяком случае их легче найти в малых, но постоянных водоемах, как, например, в небольшом, но не осыхающем пруду в парке Борка, чем в прибрежной зоне водохранилища.

Но кроме фитофильного биоценоза в зоне прибрежных зарослей, конечно, существует и населяющий толщу воды между растениями планктон, и живущий на дне под ними бентос. В прибрежных зарослях они имеют ряд хорошо выраженных особенностей по сравнению с открытой (незарастающей) областью водохранилища.

Зоопланктон зоны зарослей отличается разнообразием и пестротой видового состава. В нем преобладают преимущественно более эвритопные формы — из коловраток виды *Asplanchna*, *Keratella*, *Polyarthra trigla*, из клadoцера *Bosmina longirostris*, *Chydorus sphaericus*; но наряду с ними развивается характерная группа видов, по образу жизни планктонных, но почти не распространяющихся вне мелких водоемов и мелководных зон, хотя



и не связанных с зарослями: это *Polyphemus pediculus*, некоторые виды *Ceriodaphnia*, *Scapholeberis* (строго говоря — нейстонные формы малых водоемов), *Diaphanosoma brachyurum*, а из копепоид *Hemidiaptomus amblyodon*, некоторые виды *Acanthocyclops*.

В отличие от открытого водохранилища среди зарослей отсутствуют многие пелагические формы: коловратки *Kellicottia longispina*, копепоиды *Eudiaptomus gracilis*, *E. graciloides* и виды *Eurytemora*, циклопы *Cyclops kolensis*, кладоцеры *Bythotrephes longimanus*, *Limnospira frontosa*, *Daphnia cucullata*, *D. cristata*. Другие пелагические виды — *Mesocyclops*, *Leptodora kindtii*, *Bosmina coregoni* встречаются, но только в нижнем, более глубоководном поясе зарослей — на глубинах 1—1,5 м. Вообще зоопланктон сильно изменяется по составу, приобретая характерные прибрежно-мелководные черты, не у нижней границы верхнего горизонта, а выше, на глубине менее 1 м.

Здесь, среди густых зарослей, в планктонных сборах вместе с планктонными формами всегда (особенно с конца лета) имеется большая или меньшая примесь фитофильных и придонных «факультативно-планктонных» форм. Иногда их бывает очень много, и трудно сказать, в какой мере это животные самостоятельно всплывшие, или поднявшиеся при взмучивании ила, или спугнутые орудиями лова с растений во время сбора проб. Наиболее часты и многочисленны среди них циклопы рода *Macrocyclus* (*M. albidus* и другие виды) отчасти *Eucyclops*, дафниды рода *Simoccephalus* и различные хидориды (наиболее массовые фитофильные *Alonella*, *Eurycercus*, *Acroporus*). В общем планктонный комплекс зарослей, как и бентический комплекс, находится под сильным влиянием фитофильных биоценозов. Это совершенно естественно на мелководьи, где в узком пространстве сосредоточены и сближены вода, грунт и растения.

Бентос зоны зарослей, т. е. фауна дна под макрофитами, отличается отсутствием многих видов и даже групп, обычно входящих в состав бентоса, особенно олигохет из сем. *Tubificidae* и двусторчатых моллюсков. Даже мелкие сферииды встречаются редко, единичными экземплярами, а дрейссена только в виде мелких сегментов. В бентосе резко преобладают личинки хирономид, а из микрофауны — придонные хидориды, макротрициды и некоторые циклопы — виды *Macrocyclus* и *Acanthocyclops*, а также бентические виды остракод *Cypridopsis vidua* и другие. Из брюхоногих моллюсков преобладает *Valvata piscinalis*, *Bithynia tentaculata*; встречаются и живородки, но преимущественно свойственный малым и пересыхающим водоемам *Viviparus contectus*. Наряду с этим на дне среди зарослей всегда есть большая или меньшая примесь фитофильных форм, попадающих на дно с растений — кладоцер, хирономид, легочных брюхоногих. Особенно возрастает эта примесь в пробах в тех случаях, когда бентос в зоне зарослей собирают с помощью обычных дночерпателей с широким квадратным сечением, захватывающих часть растений при опускании на дно и вырезывании грунта. Поэтому для



исследования настоящего бентического населения под зарослями следует пользоваться трубчатыми дночерпателями узкого сечения.

Отсутствие среди прибрежных зарослей многих форм планктонных и донных беспозвоночных легко объяснить временным обсыханием и промерзанием этой зоны. Конечно, на обнаженных после падения уровня мелководьях, могут обитать только те виды, которые обладают особыми латентными яйцами, или другими стадиями, могущими сохранять жизнеспособность при обсыхании и отрицательных температурах, или способностью в активном состоянии вмерзать в лед, переходя в пагон. Хотя среди пресноводной фауны образование латентных стадий и пагона широко распространено, но некоторые формы и даже группы не обладают ни латентными стадиями, ни способностью вмерзать в лед. К ним относятся, например, большинство двустворчатых, кроме некоторых форм сфериид, большинство олигохет из семейства тубифицид.

Однако отсутствие в прибрежных зарослях пелагических форм так объяснить трудно, поскольку все они имеют латентные яйца или другие стадии. Для некоторых крупных пелагических хищников как *Leptodora* и *Bythotrephes*, возможно, густые заросли служат препятствием для быстрого движения и охоты, но большинство пелагических видов не крупнее прибрежных.

Типично — мелководные и прибрежные формы должны быть эвритермичными, во всяком случае более выносливыми к колебаниям температуры, чем живущие в открытых, удаленных от берега частях водоема. В жаркие дни прибрежное мелководье прогревается очень сильно, выше 25°, на самых мелких местах иногда до 28—29°. Правда, при наличии очень густых зарослей прогревание затрудняется, но все же здесь температура летом часто бывает значительно выше, чем в открытой области водохранилища, где даже в поверхностном слое летом редко бывает более 20°. Одно это может быть, например, причиной отсутствия на глубине менее 1 м пелагической босмины *Bosmina coregoni*, которая, как показала Л. М. Семенова (1966), имея температурный оптимум между 16 и 22°, практически не выносит более 25—26°, в то время как замещающая ее в прибрежье *B. longirostris* более эвритермична.

Наконец, важной, а может быть и наиболее характерной особенностью прибрежной зоны, определяющей возможность обитания в ней различных прибрежно-мелководных видов, могут быть условия питания детритофагов и фильтраторов. Зона прибрежных зарослей несомненно значительно богаче пищей для беспозвоночных — прежде всего вследствие обилия растительного детрита и развивающейся на нем бактериальной флоры. Надо полагать, что планктонные обитатели мелководий нуждаются в более высокой концентрации пищи, которую они обычно не находят за пределами прибрежья. Пелагические же формы, распространяясь в сторону прибрежной зоны, встречают в лице мел-



ководных более сильных конкурентов. Возможно, что этот же фактор — условия питания — в данном случае недостаточная концентрация пищи на мелководьях водохранилища, объясняет отсутствие здесь многих хищных насекомых, характерных для маленьких водоемов, где объекты их питания сконцентрированы в небольшом объеме.

Таким образом, видовой состав фауны верхних, зарастающих макрофитами горизонтов побережья сформировался очевидно в процессе отбора по нескольким признакам, из которых главные — способность переносить промерзание, эвритермичность и потребность в большей концентрации пищи.

Казалось бы, обладая этими свойствами, виды, населяющие прибрежную зону, могли бы жить и во временных «эфемерных» водоемах, образующихся после таяния снегов и высыхающих в середине лета. Однако, фауна этих «эфемерных» луж сильно отличается от вышеописанной. В них обычны личинки комаров-кулицид, жаброногие, некоторые крупные виды диаптомид и другие формы, совершенно отсутствующие в прибрежной зоне водохранилища. Несмотря на кратковременное (обычно не более 3—4 месяца) нахождение этой зоны под водой, ее фауна не похожа на фауну «эфемерных» весенних водоемов. Видимо, главная причина этого — более ранние сроки существования последних (в основном апрель-июнь), к которым приспособились обитатели эфемерных водоемов, начинающие развиваться весной при еще очень низких температурах.

### *б) Сезонный ход развития фауны.*

По сезонному ходу жизненных явлений зона прибрежных зарослей также очень резко отличается от других областей водохранилища. Прежде всего — в течение долгого периода обсыхания и промерзания, продолжающегося более полугода, активная жизнь гидрофауны совершенно замирает (хотя многие животные находятся в это время во взрослой стадии в состоянии анабиоза или диапаузы). С наступлением весны судьба гидрофауны, конечно, зависит прежде всего от уровня, который будет достигнут при заполнении водохранилища. Верхний горизонт прибрежной зоны заливается только в годы с высоким уровнем, близким к НПГ, которые мы именуем в дальнейшем многоводными. В годы с низким уровнем — маловодные — этот горизонт большей частью или полностью остается незалитым.

### *1) Многоводные годы*

Жизнь в прибрежной зоне начинается очень скоро после затопления ее водами водохранилища. Однако первое время заросли водной растительности совершенно отсутствуют, на верхнем горизонте побережья на грунте находятся остатки прошлогодних (водных и успевших развиваться до холодов наземных) и зачатки новых растений.



В течение мая и начала июня — первый месяц пребывания под водой — состав и численность фауны сильно зависят от состояния этой зоны в предшествовавшем году.

При обычном, нормальном, уровненом режиме во время осеннего понижения уровня планктон вообще уходит с отступающей водой, оставаясь, правда в высыхающих позже понижениях рельефа; фитофильная фауна вместе с растениями большей частью погибает или по их отмирании опускается на дно. На тех горизонтах, которые обнажаются в октябре-ноябре, беспозвоночные уже не подвергаются обсыханию, но вмерзают во влажный грунт или в лед. В обоих случаях животные переходят в состояние пагона, который был исследован в условиях Рыбинского водохранилища несколькими авторами (М.-Болтовской, М.-Болтовская и Яновская, 1958; Фенюк, 1961; Луферов, 1965). Большую часть пагона, т. е. животных, перезимовавших во льду или мерзлом грунте и оживающих при оттаивании, составляли личинки хирономид. Очень хорошо перезимовывают крупные мотыли (*Chironomus f. l. plumosus*), а также личинки *Endochironomus*, *Glyptotendipes ex. gr. griptoveni*; последние, по В. Н. Грезе (1960), отличаются наибольшей холодостойкостью. Много в пагоне и легочных брюхоногих, особенно катушек; встречаются и личинки ручейников, пиявки и другие представители донной и фитофильной фауны. При таянии льда и мерзлого грунта они оживают и возвращаются к активной жизни. У мотылей это легко наблюдать в лаборатории в течение 20—30 минут. Правда, не все вмерзшие в лед животные, входящие в состав пагона, при оттаивании оживают; по данным В. П. Луферова (1965) в районе Борка за зиму погибает 30—40 % особей, а у некоторых видов и больше. Процент отхода уменьшается при повышении влагоемкости грунта (Овчинников, 1949). В более мягких и сильно заиленных грунтах бентос сохраняется лучше; имеет большое значение и то, что личинки хирономид и моллюски зарываются в мягкий грунт и в основной массе находятся на глубине 2—5 см от его поверхности. В илистых грунтах в течение зимы могут частично переживать и олигохеты (особенно люмбрикулиды), зарывающиеся еще глубже. По мнению В. Ф. Фенюк (1961), сохранению бентоса способствует и покров из отмерших нитчаток или водных макрофитов, защищающий бентос от обсыхания, вымерзания и выедания его птицами.

Оживая после оттаивания, вся эта фауна образует ранней весной смешанный фитофильно-бентический комплекс. Скоро к ним присоединяются придонные, фитофильные и планктонные представители микрофауны. Это прежде всего циклопы — зимующие, как известно, в состоянии старших копеподитных стадий, которые оживают почти также быстро, как мотыли из пагона; а затем кладоцеры (особенно хидориды), зимующие в виде латентных яиц, так что нарастание их численности происходит позднее (вышедшая из эфиппия кладоцера должна сначала вырасти и созреть). Планктонная микрофауна, конечно, поступает



на побережье вместе с заливающими его водами, но в это время (конец апреля — начало мая) планктон в водохранилище еще очень беден; он значительно богаче в снеговых лужах, не связанных с водохранилищем, где формируется из зимовавших на дне стадий.

Иначе складываются условия для развития жизни в прибрежной зоне в те годы, как например 1953, которые следуют после маловодных лет. В маловодные годы верхний горизонт прибрежной зоны совершенно высыхает и сплошь зарастает наземной растительностью, образующей особые переходные группировки с преобладанием череды и других растений — «временников». В такие годы грунты прибрежной зоны, затопленные водой, сначала оказываются практически лишенными водной фауны. Животные, пережившие зиму в пагоне, вообще не в состоянии вынести высыхание грунтов. Высыхание, сопровождающееся еще сильным летним нагреванием верхнего слоя почвы, оказывается гораздо более губительным и для гидрофауны, чем вмерзание, вредное влияние которого, как известно, сильно смягчается снежным покровом (в районе Рыбинского водохранилища он часто превосходит 0,5 м).

На дне затопленного побережья мы находим в такие годы сначала фауну влажных местообитаний и почв: это личинки различных двукрылых (мух Ephydriidae, Sciomyzidae и др., некоторых хирономид) и особенно олигохеты семейств Enchytraeidae и Lumbricidae (дождевые черви), живущие в почве. Дождевые черви под влиянием затопления выползают из земли и местами образуют значительные скопления, с биомассой до 10 г/м<sup>2</sup>. Поступающая из водохранилища вода приносит лишь единичных личинок хирономид, которые практически не играют роли в бентосе. В общем получается примерно такое же население, как в первый год существования новообразующихся водохранилищ, как это было показано на Горьковском и Куйбышевском (М.-Болотовской, 1961).

С течением времени почвенные олигохеты постепенно вымирают, но водная фауна в массе появляется только тогда, когда со значительным повышением температуры (примерно до 12—15°) начинается лёт насекомых, особенно хирономид. В Рыбинском водохранилище это происходит обычно в конце мая (иногда начале июня). На дне побережья появляются в большом количестве мелкие личинки различных форм хирономид — бентических мотылей, Tanytarsus, фитофильных Psectrocladius, Cricotopus и других, вышедших из яиц, отложенных комарами из других водоемов. Это «вторжение гетеротопов», очень характерное для новых водоемов явление и важный момент в их жизни. Оно наблюдается и в годы, следующие за годами с нормальным ходом уровня, только тогда происходит также и «обратное вселение» в водоем хирономид, т. е. откладка яиц комарами, вылетевшими перед этим из живших на дне (происходящих из пагона) личинок.

Зоопланктон первое время по затоплении беден, но во второй



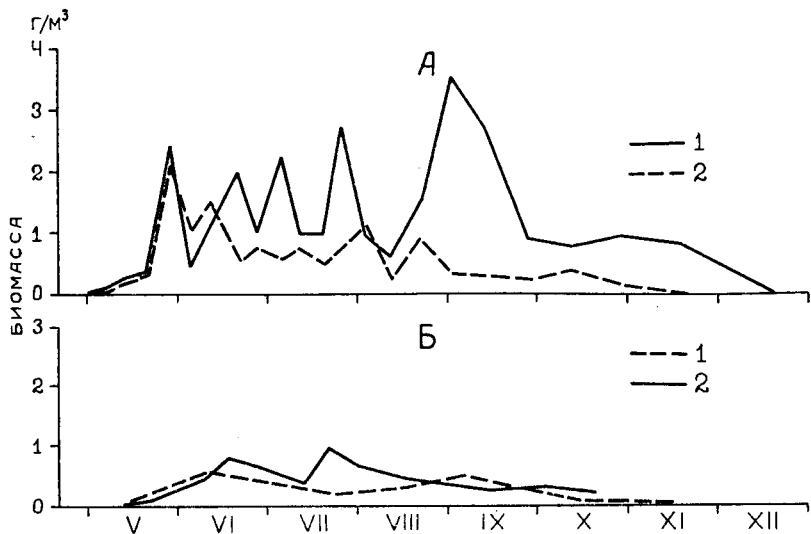


Рис. 2. Динамика биомассы зоопланктона в Рыбинском водохранилище в многоводные годы.

А — прибрежная зона; 1 — верхний горизонт (от 0 до 1 м глуб.); 2 — нижний горизонт (1—2,5 м) (по данным 1953 г.); Б — открытая часть водохранилища: 1 — в 1953 г., 2 — в 1961 г.

половине мая начинает быстро развиваться. Появляются науплиальные и копеподитные стадии веслоногих и особенно коловратки, среди которых первое место занимает очень крупная хищная *Asplanchna*. В конце мая — начале июня за счет массового развития коловраток (численность которых достигала в некоторых случаях почти миллиона — точнее  $850000 \text{ экз./м}^3$ ) биомасса зоопланктона составляет в среднем  $1-2 \text{ г/м}^3$ , местами доходя до  $3,3 \text{ г/м}^3$ . Массовое развитие аспланхны — очень характерная черта прибрежного планктона, наблюдавшаяся в разные годы (1953, 1956 и др.). Уже в это время замечается, что изменение характера зоопланктона наблюдается не у границы верхнего горизонта, а несколько выше, на глубине около 1 м (рис. 2).

В июне в фауне прибрежья наступают значительные изменения. В начале или середине июня образуются уже хорошо развитые заросли макрофитов. Как указывалось выше, в прибрежии Рыбинского водохранилища это преимущественно земноводная растительность с большей или меньшей примесью водной и влаголюбивой наземной.

В этих зарослях развивается богатая макро-и микрофауна. Зоопланктон в воде среди зарослей приобретает уже характер преимущественно рачкового. Коловратки, и в том числе аспланхна, отходят на задний план, биомасса временно понижается, но затем повышается вновь за счет развития типично-прибрежных кладоцер *Polyphemus*, *Ceriodaphnia*, а местами *Bosmina longi-*



rostris. На дне под зарослями в это время наблюдается понижение биомассы бентоса, вызванное в значительной мере переходом находившихся там фитофилов на растения. На растениях же начинают формироваться характерные для верхних горизонтов прибрежья фитофильные биоценозы. Среди зарослей в массе развиваются легочные брюхоногие, особенно катушки и некоторые прудовики. Складывается характерный для зарослей водохранилища биоценоз мелких катушек-хидорид с руководящими формами *Anisus vortex*, *Planorbis planorbis*, *Eurycercus lamellatus*, *Simocephalus vetulus*, *Sida crystallina*, причем в июне значительную роль в нем играют и хирономиды — главным образом *Cricotopus*, *Coryponeura*, *Endochironomus*.

В июле и августе зоопланктон в зоне зарослей становится еще богаче, чем в июне; он состоит преимущественно из кладоцер *Polyphemus*, *Ceriodaphnia* с примесью фитофильных *Simocephalus* и хидорид и дает высокую биомассу — в среднем между 1 и 3 г/м<sup>3</sup> (местами до 6—8 г/м<sup>3</sup>). Зоопланктон остается преимущественно рачковым; коловратки среди зарослей играют, как правило, второстепенную роль. В июне-июле в большом количестве развиваются и инфузории, особенно *Tintinnidium fluviatile*, численность которой в 1962 г. была значительно выше, чем у других форм, но биомасса, естественно, была невысокой (М.-Болтовская, 1965). Вообще численность и биомасса зоопланктона все время резко колеблется, описывая острозубчатую «лихорадочную» кривую, весьма характерную для планктона малых водоемов и связанную, вероятно, скорее всего с ди- и полициклическостью массовых видов, в частности симоцефалов и полифема (Буторина, 1963) (рис. 2, 5).

В августе в зоопланктоне зарослей возрастает количество фитофильных форм кладоцер и факультативно-планктонных или придонных форм копепоид — *Macroscyclops albidus*, видов *Eucyclops*. Если высокий уровень водохранилища держится долго, биомасса в это время может достигнуть максимума (в конце августа 1953 г. средняя 3,61 г/м<sup>3</sup>).

Бентос зоны зарослей, после временного обеднения, вызванного переходом фитофилов на растения, в июле вновь становится богаче. Появляются донные личинки *Tanytarsini* и вновь — плотные поселения мотылей, но при этом более крупных, относящихся, видимо, к другим видам, чем в мае-июне; в течение второй половины июля и августа они все время преобладают по биомассе. В значительном количестве развиваются брюхоногие моллюски — бентические *Valvata* и фитофильные катушки и прудовики, а в микробентосе — придонные рачки — главным образом кладоцеры и остракоды. В августе увеличивается роль фитофильных легочных моллюсков и хидорид, особенно видов *Pleuroxus*, *Percanatha*, *Eurycercus*; но олигохет по-прежнему остается мало. Биомасса донной фауны довольно высока, обычно она колеблется в средних числах между 10 и 20 г/м<sup>2</sup> (рис. 3).

Фитофильный биоценоз, в соответствии с продолжающимся



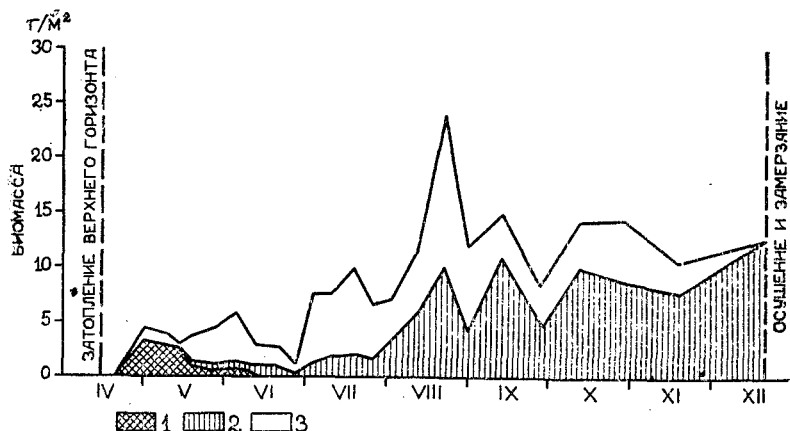


Рис. 3. Динамика биомассы бентоса в прибрежной зоне Рыбинского водохранилища в многолетние годы (по данным 1953 г.).  
1 — почвенная фауна; 2 — мотыли (личинки *Chironomus*); 3 — остальное.

разрастанием зарослей, интенсивно развивается и достигает расцвета во второй половине июля и в августе. Биомасса фитофильной фауны сильно возрастает (рис. 4), главным образом за счет развития моллюсков, количество которых достигает максимума в июле или августе, после чего у большинства видов, имеющих одногодичный жизненный цикл, начинается отмирание старого поколения и биомасса понижается (Цихон-Луканина, 1965). Общая биомасса фауны зарослей в это время составляет обычно между 25 и 50  $г/м^3$  (рис. 4), в отдельных случаях достигая 100–120  $г/м^3$ . Заросли в это время буквально кишат беспозвоночными, среди которых наиболее многочисленны фитофильные кладоцеры. Численность кладоцер составляет сотни тысяч на 1  $м^3$ , достигая местами 200–400 тысяч при биомассе до 12–16  $г/м^3$ . Средняя биомасса кладоцер в зарослях составляет 4–5  $г/м^3$ , в то время как биомасса кладоцер в этой же зоне в толще воды, т. е. в планктоне, втрое ниже. Очевидно, фитофильные формы кладоцер в основной массе ползают и сидят на растениях, но не плавают, хотя плавающих между растениями, и вследствие этого попадающих в планктонные орудия лова, тоже много. Кроме кладоцер в массе размножаются мелкие фитофильные олигохеты из семейства наидид, численность которых доходит до 40 тысяч, а биомасса — до 3  $г/м^3$ , а местами также остракоды, иногда образующие скопления в сотни тысяч экз/м<sup>3</sup>. В противоположность этому количество фитофильных хирономид в течение июля и августа уменьшается и к концу августа они отходят на второстепенное место. Из других групп фауны наиболее многочисленны циклопиды, особенно мелкие виды *Microcyclops* (Монаков, 1968).

Характер зарослей и места их произрастания имеют значение для населяющей их фауны. Вообще фитофильная фауна богаче



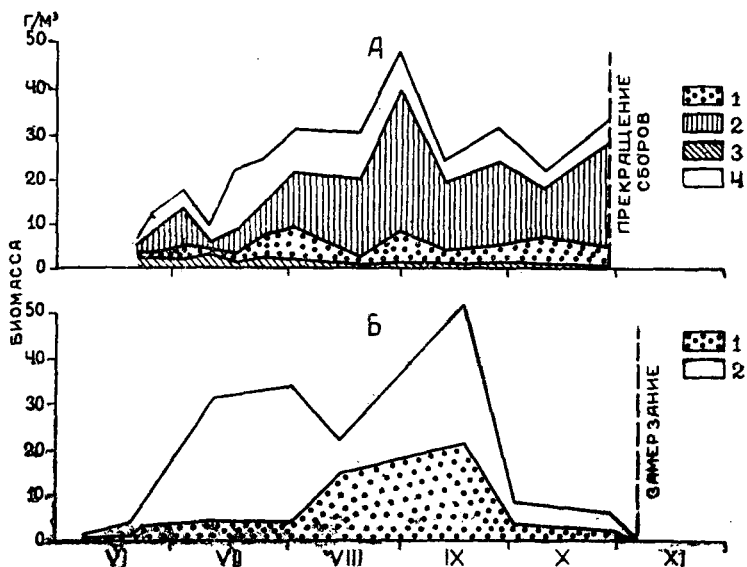


Рис. 4. Динамика биомассы фитофильной фауны в прибрежной зоне Рыбинского водохранилища в многоводные годы.

А — в 1953 году; 1 — клadoцеры; 2 — катушки; 3 — хирономиды; 4 — остальное;  
Б — в 1962 году; 1 — клadoцеры; 2 — остальное.

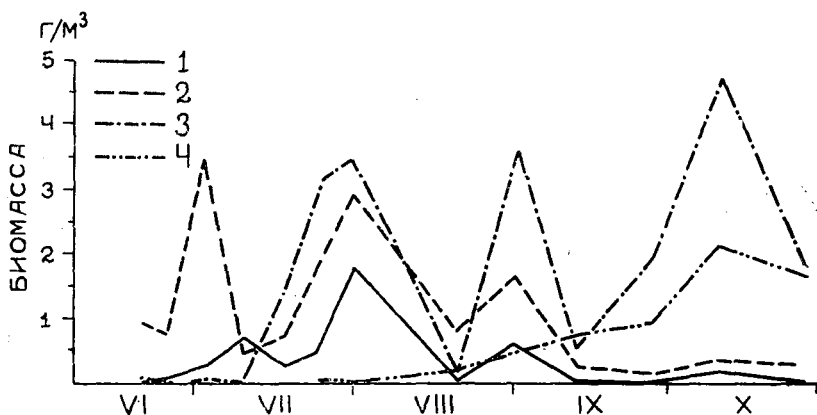


Рис. 5. Динамика биомассы массовых видов клadoцеров в зарослях прибрежной зоны Рыбинского водохранилища (в 1953 г.).

1 — *Simocephalus*; 2 — *Sida*; 3 — *Eurycercus*; 4 — *Acroperus*.



на глубинах менее 1 м в соответствии с более сильным развитием зарослей в этом поясе. Но наиболее высокую численность и биомассу на единицу объема мы находим на глубине 0,2—0,3 м, где в тонком слое воды растения образуют более густые заросли. По наблюдениям Г. Л. Марголиной (1958) в августе 1956 г. биомасса животных среди разных растений — гречиха земноводная, ежеголовник, манник, ситняг, стрелолист — была всегда выше (от 31,6 до 93,5 г/м<sup>3</sup>) на участках с глубиной менее 0,3 м, чем среди тех же растений на участках с большей глубиной (где она была 7,1—30,9 г/м<sup>3</sup>).

Наблюдается различие в обилии фауны в зарослях различных «физиономических» типов (по Беклемишеву, 1949). По тем же исследованиям Г. Л. Марголиной наиболее богата фитофильная фауна в зарослях линеид, т. е. растений с удлинненными узкими листьями, но при этом только таких, у которых нет жестких стеблей и листьев. Это, главным образом, злаки — лисохвост и полевица, продолжающие вегетировать после обсыхания дна. На них биомасса фитофильной фауны составляла 46,8—77,9 г/м<sup>3</sup>. Из других линеид фитофилами сравнительно богаты осока и бекмания (биомасса 24—28,5 г/м<sup>3</sup>), в то время как жесткие, почти без подводных листьев, тростник, водяной рис, ситняг из всех растений наиболее бедны фауной (биомасса 2,3—6,6 г/м<sup>3</sup>).

Среднее положение занимают элодеиды (полностью погруженные в воду растения со стеблем, вдоль которого расположены листья) и амфибииды (с широкими надводными, но иной формы подводными листьями). Из элодеид были обследованы роголистник, разные виды рдестов и элодея; из амфибиид — гречиха земноводная, ежеголовник, стрелолист. Численность фитофилов на них колебалась между 4850 и 108000 экз., а биомасса между 13,7 и 33,5 г/м<sup>3</sup>.

Наибольшая биомасса фитофилов — 101,7 г/м<sup>3</sup> — была обнаружена при этих исследованиях на рдесте блестящем, относящемся к группе нимфеид (растений с плавающими листьями), но в Рыбинском водохранилище эта группа мало распространена.

Хотя на растениях разных видов и типов плотность фитофильной фауны очень различна, состав ее не обнаруживает отчетливой зависимости от видового состава зарослей. Из моллюсков везде преобладают катушки, особенно *Anisus voltex*, кроме элодеи, где преобладает затворка *Valvata pulchella*, на других растениях очень немногочисленная. На нимфеидах и мягких линеидах (кроме полевицы), замечается массовое развитие олигохетнаидид, составляющих часто более половины общего количества беспозвоночных (но не биомассы). Наблюдается также локализация личинок хирономид преимущественно на мягких линеидах и рдестах и их отсутствие на осоках, а некоторые виды хирономид обитают главным образом или даже исключительно на определенных видах растений.

Интересно, что наибольшее богатство фитофильной фауны наблюдается не на гидрофитах — настоящих водных растениях,



а на растениях земноводных и даже выносящих затопление наземных. Вероятно причина этого заключается в том, что последние отличаются обилием листьев, которые к тому же частично отмирают, превращаясь в детрит, еще в период вегетации.

В течение августа в составе фауны зарослей происходят некоторые, хотя и не очень резко выраженные, но важные изменения. Появляются (иногда уже с конца июля) отсутствовавшие ранее группы — личинки стрекоз, поденок; сильно возрастает разнообразие и численность хидорид, личинок ручейников и жуков, но убывает число форм и роль личинок хирономид. В целом разнообразие фауны возрастает. Наблюдается явление, характерное вообще для водоемов, существующих более двух-трех месяцев: изменение весенне-летнего аспекта фауны, имеющего явственно временный характер, на летне-осенний, в котором проявляются черты постоянного водоема. Такое изменение общего характера фауны, замеченное и отчетливо выраженное в прудах рыбхозов на Дону, но происходящее там раньше, уже в конце июня — начале июля (М.-Болтовской, 1957), видимо, отражает сложившиеся за долгие периоды условия естественных речных систем. Обширные мелководные водоемы, возникающие при затоплении пойм в половодье, существуют обычно не более двух месяцев, и населяющие их животные должны к этому времени в основном заканчивать свои жизненные циклы. После схода полых вод в пойме остаются отдельные пойменные озера, сохраняющиеся до осени, а многие и в течение всей зимы. Они заселяются теми видами и группами, которые имеют более длительные жизненные циклы и зимуют в водоемах в активных стадиях, не имея специальных покоящихся стадий. Правда, многие из них приспособились к переживанию зимы в составе пагона, однако, это приспособление далеко не равноценно специальной покоящейся стадии: во-первых, оно бессильно против высыхания, во-вторых, эффективно только при изоляции льда снегом от очень сильного охлаждения, причем и при этих условиях в пагоне как указывалось, наблюдается значительный отход.

Вышеописанная картина жизни фауны заросшего побережья основана на наблюдениях 1950-х годов, особенно на детальном исследовании 1953 года. В то время формирование побережья Рыбинского водохранилища еще не закончилось и занятая зарослями площадь была больше. В дальнейшем произошло значительное уменьшение площади зарослей, сопровождавшееся и некоторыми изменениями их состава, а именно уменьшением роли водных и возрастанием роли земноводных растений. В частности, резко уменьшилось количество элоиды. Но основной тип и состав зарослей и их распределение по поясам в 1953—1956 годах в общем были уже близкими к современному их состоянию. Исследование прибрежных зарослей в районе Борка, выполненное в 1962 году, показало, что и их фауна за это время не претерпела существенных изменений.

По материалам, собранным и обработанным Н. Н. Смирно-



вым, в 1962 г. сильное развитие фитофильной фауны началось также в середине июня, с образованием зарослей. Появились фитофильные виды из тех же групп — личинок хирономид, остракод, кладоцер, легочных брюхоногих. Их численность и биомасса быстро нарастала, достигнув максимума к августу-сентябрю, когда на первое место вышли легочные гастроподы и кладоцеры. Как и в 1953 году, сначала в массах размножились *Sida* и *Simoscephalus*, а позже преобладание перешло к хидоридам, среди которых всегда господствовал *Eurycercus lamellatus*. В августе также появились поденки и стрекозы, но в большем количестве размножились водяные клопы *Corixidae*. Общая биомасса, как и в 1953 г., в течение июля-августа-сентября была все время высокой — в средних величинах между 20 и 35 г/м<sup>3</sup>, а на отдельных станциях до 86 г и однажды (при попадании в пробу крупных прудовиков) до 146 г/м<sup>3</sup>. В отличие от 1953 г. кладоцеры получили особенно сильное развитие. Хотя численность кладоцер в 1962 г. была меньше и не превосходила 110000 экз., биомасса (вследствии большой численности *Eurycercus*) местами достигала 34 г/м<sup>3</sup>; в середине августа и сентябре средняя биомасса кладоцер составляла 14,5—22,2 г/м<sup>3</sup> и заметно превосходила биомассу гастропод (в 1953 г. было наоборот) (рис. 4). Таким образом, в основных чертах состав и ход развития фитофильной фауны в 1953 и 1962 гг. до начала осени были сходными; наблюдавшиеся различия несущественны и видимо не выходят за пределы обычных, наблюдающихся из года в год, флюктуаций.

Судя по наблюдениям над некоторыми массовыми видами беспозвоночных в прибрежной зоне в последующие годы характер фауны зарослей заметно не изменился и до настоящего времени.

В сентябре, когда при нормальном ходе уровня в Рыбинском водохранилище фитофильная фауна достигает наибольшего развития и в ней появляются элементы, свойственные постоянным водоемам, естественный ход процесса резко нарушается искусственным фактором: понижением уровня воды с сопровождающим его обнажением верхних горизонтов, на которых локализуется основная часть зарослей макрофитов.

По мере понижения уровня в рассматриваемой зоне глубина воды постепенно уменьшается до 0,1—0,2 м. Эту полосу мы называем «полосой уреза воды». Фауна осочников, при такой глубине отличается своеобразным составом: здесь рано исчезают хирономиды, в течение всего лета преобладают симоцефалы, а затем *Macroscyllops*, но мало хидорид; численность, особенно зоопланктона, чрезвычайно сильно колеблется, что и можно ожидать (резкие колебания температуры, сильное влияние ветровых волнений и нерегулярных колебаний уровня). В среднем же биомасса фауны, в частности планктона, высока, так как перед обсыханием неизбежно должно происходить сильное увеличение численности и биомассы на единицу площади и объема вследствие увеличения концентрации животных, как это бывает при



высыхании луж, но более быстрое. Хотя часть подвижных форм уходит за отступающей водой, основная масса беспозвоночных остается на месте среди лежащих на дно густых зарослей, которые в течение какого-то времени предохраняют грунт от обсыхания и промерзания.

К октябрю уже большая часть верхнего, зарастающего горизонта побережья обнажается и остатки фитофильной фауны на обсыхающем и позже промерзающем дне погибают или переходят в покоящиеся стадии; жизнь гидрофауны этого горизонта замедляется на семь-восемь месяцев.

Но в некоторые годы высокий уровень воды держался долго и верхние горизонты не обнажались до поздней осени и даже зимы. Это наблюдалось, в частности, в 1953 и 1962 годах.

По наблюдениям 1953 г. в такие годы население этого горизонта побережья в сентябре остается богатым, а в дальнейшем видоизменяется по разному в разных биоценозах.

В зоопланктоне в сентябре 1953 г. биомасса сначала оставалась высокой ( $2-3 \text{ г/м}^3$ ) и понизилась только к концу месяца, причем в нем значительно увеличилась роль прибрежно-придонных форм — хидорид, некоторых дафнид, циклопов *Macroscyclops*. В октябре-ноябре они преобладали еще больше, и биомасса оставалась еще на сравнительно высоком уровне ( $0,7-1,0 \text{ г/м}^3$ ); резкое понижение ее произошло только в декабре (рис. 2).

В бентосе в осенние месяцы уменьшалось количество моллюсков, но количество мотылей оставалось приблизительно на том же уровне и вплоть до декабря они были резко господствующей группой (рис. 3). При этом все время преобладали личинки формы *plumosus*; интересно, что наряду с крупными личинками все время оставались мелкие, длиной от 5 до 10 мм. Очевидно, это личинки осенней генерации, рост которых задержался. В микробентосе преобладали хидориды; вообще видовой состав бентоса обеднел, но биомасса его оставалась высокой —  $11-15 \text{ г/м}^3$ .

В фауне зарослей в течение сентября еще больше уменьшилось количество хирономид и возросла роль катушек и хидорид, среди которых резко преобладали *Eurygaster* и *Ascoragus*. Биомасса, хоть и снизилась по сравнению с августовской, в 1953 г. осталась высокой — в среднем  $21-32 \text{ г/м}^3$  (рис. 4). Это богатство фитофильной фауны в столь позднее время года, когда большинство водных макрофитов уже погибло, объясняется, очевидно, сильным разрастанием в 1953 г. элодеи, весьма устойчивой к низкой температуре (она вмерзает в лед и остается внешне мало изменившейся, хотя и отмершей, до весны). В последующие годы количество элодеи уменьшилось, поэтому фитофильная фауна осенью претерпевала сильное обеднение. В 1962 г. в октябре, когда заросли уже отмерли, биомасса фитофильной фауны резко понизилась до  $5-8 \text{ г/м}^3$  (рис. 4). Большая часть фитофилов с отмиранием растительности погибает или переходит в покоящиеся стадии, но некоторые опускаются на дно и входят в состав бентоса.



В общем, в годы долгого стояния высокого уровня, фауна заросшего побережья становится значительно однообразнее, но, избежав высыхания, уходит под лед или в промерзающий грунт, превращаясь в пагон, относительно более богатой. Поэтому в таких случаях в начале весны следующего года после затопления прибрежной зоны ее фауна должна быть значительно богаче. Однако это едва ли сказывается на дальнейшем ходе развития фауны, который зависит главным образом от условий питания летних генераций беспозвоночных. Скорее можно предполагать, что высыхание обнажившихся в июле-августе горизонтов способствует улучшению этих условий благодаря развитию наземной флоры, которая лучше сохраняется за зиму, чем водная, благодаря большей прочности тканей.

## 2) Маловодные годы

Жизнь зоны прибрежных зарослей складывается совершенно иначе в те годы, когда уровень водохранилища не достигает НПГ. В годы с сильным «недобором уровня», как 1952, 1954, когда при максимальном подъеме он не доходил на 1,4—2,00 м до НПГ, вся зона, занимаемая зарослями при нормальном уровне воды, оказывалась вне воды. Затопленным оказывался лишь нижний горизонт прибрежной зоны. Больше половины зоны зарослей (до 1,0 м) не заливалось и в 1960, 1963, 1964 гг.

Из таких маловодных лет 1954-й год был годом подробных исследований прибрежной зоны. Максимальный уровень в 1954 г. не достигал НПГ на 1,4 м, а в начале июля уровень стал медленно понижаться, опустившись к сентябрю на 0,8 м и продолжал падать позже.

На незатопленных верхних горизонтах в 1954 г. оставалась в покое стадиях и в пагоне обильная фауна, развившаяся в 1953 году. Весной в понижениях рельефа здесь образовались лужи талой воды, в которых быстро появились прибрежно-планктонные циклопиды, а затем и кладоцеры, и биомасса достигла 1 г/м<sup>3</sup> и более; но к концу мая эти временные водоемы высохли.

Сохранявшаяся в грунтах фауна была исследована сначала в начале мая, когда под слоем отмершей элодеи были обнаружены в больших количествах живые мотыли, личинки *Glyptotendipes*, *Endochironomus*, катушки, местами личинки ручейников *Phryganea*. Кое-где эти беспозвоночные, особенно мотыли, образовали мощные скопления — свыше 10000 экз. и около 100 г/м<sup>2</sup>. С высыханием грунтов животные постепенно погибали. В начале июня, когда грунты уже частично просохли, мотыли еще сохранялись, хотя в значительно меньшем количестве (нигде не было биомассы более 9,6 г/м<sup>2</sup>); но в начале июля, когда грунты высохли полностью, ни мотылей, ни других личинок хирономид найдено уже не было. Сохранились лишь единичные катушки *Anisus vortex*, да живущие во влажных местообитаниях личинки некоторых двукрылых.



Эти наблюдения очень отчетливо показывают, насколько высыхание грунтов более губительно для фауны, чем их промерзание.

Многие авторы придают большое значение этой гибели фауны в высыхающих грунтах; так, на массовую гибель мотылей в прибрежной зоне Куйбышевского водохранилища указывал И. В. Шаронов (1963). Действительно, если подсчитать, сколько фауны, в частности, мотылей, погибает при высыхании грунтов верхнего горизонта Рыбинского водохранилища, получаются устрашающие цифры.

Площадь защищенного заросшего побережья, по данным А. П. Белавской и Т. Н. Кутовой (1966), составляет около  $76 \text{ км}^2$ . Примем, что в бентосе зоны зарослей, как это было осенью 1953 г., находится в среднем 15 г мотылей на  $1 \text{ м}^2$ , что составляет 1 140 000 000 г или 1140 тонн мотылей на всю зону. При полном высыхании грунтов все эти мотыли погибают. Но так как в течение зимы и при нормальном ходе уровня всегда есть значительный отход мотылей порядка 40 %, можно считать, что недобор уровня на 1,5 м вызывает «недостачу» мотылей в размере всего около 700 тонн. При большем недоборе уровня, скажем на 2 метра (как это было в 1952 году), эта недостача увеличивается примерно до 1000 тонн мотылей. Мотыли же представляют наиболее ценный корм рыб-бентофагов.

Особенно сожалеть об этой потере, однако, не стоит. При нормальном затоплении эти мотыли окукливаются и взрослые насекомые вылетают к концу мая. Дальнейшее развитие фауны в прибрежной зоне зависит скорее всего не столько от количества взрослых комаров (которых, конечно, становится меньше при гибели личинок в обсохших грунтах, но остается немало под водой в водохранилище и окрестных водоемах), сколько от возможности реализации их плодовитости, зависящей от условий обитания следующего поколения личинок. Хорошо известно, как быстро и обильно заселяется мотылями огромная акватория нового водохранилища, на площади которого заселенные мотылями водоемы составляли всего несколько процентов, как это было, например, в Куйбышевском водохранилище (М.-Болтовской, 1961).

### *Нижний горизонт (от 1,5 до 3,0 м) или зона побережья, лишенная зарослей*

Нижний горизонт защищенного побережья, лежащий при НПГ на глубине более 1,5 м, при нормальном уровне почти лишен макрофитов; при пониженном уровне макрофиты появляются здесь в несколько большем количестве, но не образуют зарослей и не создают основы для развития фитофильных биоценозов.

Зоопланктон на этих горизонтах (по составу и количеству) занимает как бы среднее положение между зоопланктоном зоны зарослей и открытого водохранилища. По наблюдениям в многоводные годы, как 1953 и 1956, лишь в мае — начале июня



зоопланктон здесь примерно такой же, как в верхних горизонтах, с преобладанием циклопид и аспланхны, дающей высокую биомассу (до  $2 \text{ г/м}^3$ ). С июня на нижних горизонтах, включая и глубины 1—1,2 м, на первое место выходят пелагические кладоцеры *Bosmina coregoni*, *Daphnia longispina*, *Leptodora*; позже, в июле, опять появляется много аспланхны и других коловраток, особенно *Polyarthra vulgaris*. Последняя развивается иногда в колоссальных количествах — численность ее достигала в некоторых случаях 2,2 миллиона в  $1 \text{ м}^3$ , однако вследствие ее очень мелких размеров биомасса сравнительно невелика и обычно колеблется между 0,5 и  $1,0 \text{ г/м}^3$ . В августе к коловраткам присоединяются копеподы — пелагические виды *Diaptomus* и *Mesocyclops*, но общая биомасса может понизиться в связи с уменьшением количества зоопланктона в открытой части водохранилища (рис. 2). В сентябре-октябре появляются распространяющиеся из верхних горизонтов фитофильно-придонные хидориды и *Mesocyclops*, однако в небольшом количестве. В среднем за все время нахождения под водой в 1953 г. биомасса зоопланктона была здесь  $0,4\text{—}0,6 \text{ г/м}^3$ , что заметно ниже, чем в верхних горизонтах (где биомасса  $1\text{—}2 \text{ г/м}^3$ ), но несколько выше, чем за пределами прибрежья (около  $0,3 \text{ г/м}^3$ ).

В маловодные годы на глубинах от 0,1 до 1 м, соответствующих глубинам между 1,5 и 2,5 м от НПГ, по наблюдениям 1954 г. сильное развитие зоопланктона начинается позднее, чем в многоводные годы. В мае преобладают пелагические коловратки и кладоцеры, в июне биомасса сильно возрастает, главным образом за счет *Bosmina coregoni* и других пелагических кладоцер, но местами и прибрежно-мелководного *Polyphemus pediculus*. После временного понижения биомассы позднее, в августе-сентябре, она вновь повышается, причем существенную роль начинают играть хидориды. Места сборов в 1954 г. находились недалеко от берегов и по условиям не вполне соответствовали нижним горизонтам при НПГ, поэтому роль прибрежных форм здесь была выше. Биомасса изменялась во времени, в общем, примерно так же, как и за пределами прибрежья, но величина ее была выше; в июне-июле  $1\text{—}1,7 \text{ г/м}^3$ , в августе-сентябре  $0,7\text{—}0,8 \text{ г/м}^3$  (в открытом водохранилище соответственно  $0,9$  и  $0,7 \text{ г/м}^3$ ) (рис. 6).

Бентос на нижних горизонтах прибрежной зоны отличается от бентоса верхних отсутствием весной почвенных, а в дальнейшем — фитофильных элементов, но вместе с тем более разнообразным составом собственно донной фауны. Мотылей здесь значительно меньше, но наряду с ними много *Glyptotendipes* и *Cryptochironomus gr. defectus*, в составе бентоса постоянно есть олигохеты, в том числе тубифициды, а также пиявки, часто встречаются ослики *Asellus*, а из моллюсков сферииды и битиния. В многоводном 1953 г. биомасса бентоса, как и планктона была здесь значительно ниже, чем в зоне зарослей, но несколько выше, чем в открытом водохранилище, а именно в среднем за период май — декабрь  $2,9\text{—}4,6 \text{ г/м}^2$  (в зоне зарослей  $4,7\text{—}12,8 \text{ г/м}^2$



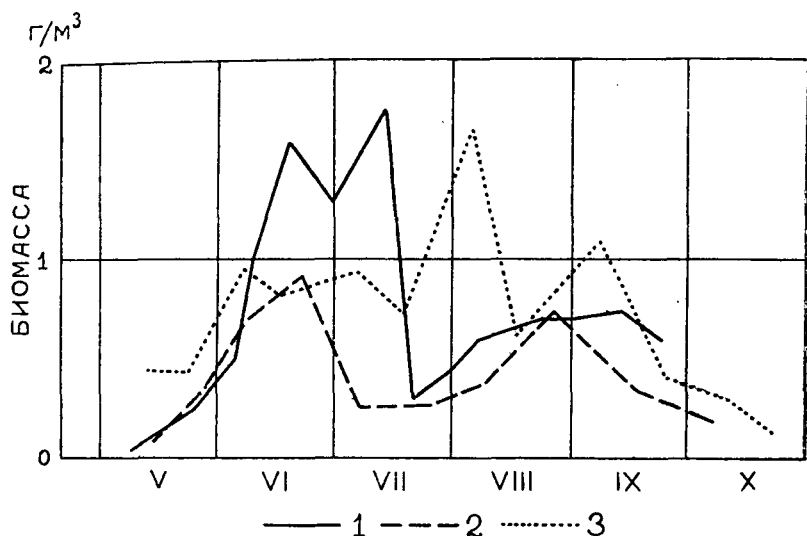


Рис. 6. Динамика биомассы зоопланктона в Рыбинском водохранилище в маловодные годы.

1 — прибрежная зона, 1954 г.; 2 — открытое водохранилище, 1954 г.; 3 — открытое водохранилище, 1963 г.

а в открытом водохранилище на задернованных и торфянистых грунтах — около  $3 \text{ г/м}^2$ ).

В маловодные годы, по данным 1954 г., на нижних горизонтах, оказавшихся на глубине 0,1—1,5 м, весной (в мае) находим примерно такой же по составу бентос, как предыдущей осенью; к концу мая — началу июня биомасса его сильно понижается, видимо от вылета хирономид, а затем постепенно повышается, достигая  $10\text{—}13 \text{ г/м}^2$  к сентябрю (рис. 7). Как и в многоводные годы, из хирономид преобладают *Glyptotendipes* и *Cryptochironomus*; среди микрофауны развивается много хидорид, биомасса которых к сентябрю достигает  $1\text{—}1,7 \text{ г/м}^2$ , причем это преимущественно чисто бентические *Monospilus dispar*, *Chydorus gibbus*, виды *Rhynchotalona*, отсутствующие среди зарослей.

Биомасса бентоса в этой зоне в 1954 г. все же была заметно выше, чем в многоводном 1953 г., а именно в среднем  $6,8 \text{ г/м}^2$ . Очевидно, сказалась близость берегов и наличие появившихся в конце лета нитчаток и кустиков водных растений (узколистных рдестов, элодеи).

Хотя зоны зарослей в маловодные годы собственно нет, в тех местах, где появляются небольшие скопления макрофитов, они интенсивно заселяются фитофильными формами, особенно личинками хирономид, образующими локальные популяции очень высокой плотности. Так, в Моложском плёсе в маловодные годы на небольших пятнах рдестов образовались скопления личинок *Glyptotendipes*, дававшие необычайно высокую биомассу —  $170 \text{ г/м}^2$



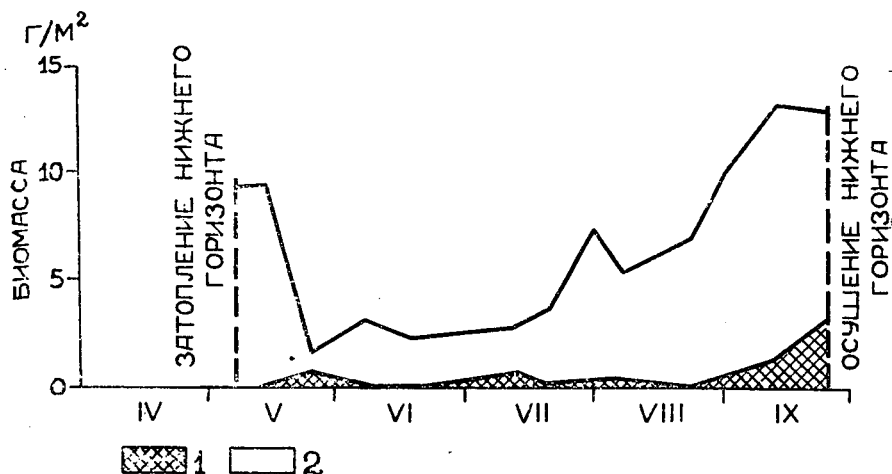


Рис. 7. Динамика биомассы бентоса в прибрежной зоне (на нижнем горизонте) в маловодные годы (по данным 1954 г.).

1 — мотыли; 2 — остальное.

(Фенюк, 1961). Аналогичное явление наблюдалось в Горьковском водохранилище, где в первые годы в прибрежьи возникли небольшие очаги зарослей, населенные фитофильной фауной настолько плотно, что ее биомасса составляла 188—347  $г/м^2$ . Одни только личинки *Endochironomus gr. tendens* давали колоссальную численность до 129 000 экз. и биомассу до 230  $г/м^2$  (М.-Болтовской, 1961). Несомненно, они должны были покрывать листья растений практически сплошным слоем. В таких случаях, очевидно, фитофилы концентрируются на небольших имеющихся участках подходящего биотопа, как в своего рода оазисах; при расширении же этого биотопа они рассредоточиваются по большей площади.

### Не защищенное от волнений побережье

Не защищенное от волнений побережье в Рыбинском водохранилище во много раз обширнее, чем защищенное, причем с выравниванием береговой линии и разрушением мертвых лесов его протяжение значительно увеличилось. В настоящее время подавляющая часть незащищенного побережья совершенно открыта действию прибойной волны и представляет собою песчаные отмели, иногда с камнями, на которых грунты постоянно взмучиваются и перемещаются прибойной волной. Отмели распространяются вглубь на несколько метров и заметно не расчленяются по вертикали на верхние и нижние горизонты. Местами у берегов еще сохранились массивы торфяных славин (всплывших торфов), глубже нередко тоже переходящие в песок.

Открытое песчаное побережье вообще лишено высших водных растений, но в некоторых участках с очень пологим уклоном дна,



где прибойная волна погашается, не доходя до берега, на глубинах от 0 до 0,2 м встречаются редкие заросли или пятна растительности, преимущественно земноводных видов, местами тростника (Экзерцев, Белавская, Кутова, 1970). Их фауна специально не исследовалась, но по всей видимости состоит лишь из отдельных фитофильных элементов. В общем биотоп открытого песчаного побережья, в настоящее время наиболее распространенный, отличается вместе с тем и наибольшей бедностью фауны.

Зоопланктон состоит здесь в общем из тех же форм, что и в открытом водохранилище, только с большей примесью прибрежно-придонных видов, но отличается значительно более низкой биомассой. Летом 1952 г. биомасса зоопланктона была здесь всегда ниже  $0,25 \text{ г/м}^3$ , в то время как в водохранилище вдали от берегов в среднем  $1,0 \text{ г/м}^3$  (Воронина, 1959). Примерно такие же соотношения наблюдались и в 1953—1954 гг. Более подробное обследование, выполненное Н. Н. Смирновым в 1960 г., подтвердило, что зоопланктон незащищенного открытого побережья на глубинах 0,5—1,1 м представляет собою в сущности обедненный и лишь незначительно измененный по составу зоопланктон открытого водохранилища. В середине июня, в период первого максимума зоопланктона водохранилища (при средней биомассе  $0,9—1,0 \text{ г/м}^3$ ), в побережье преобладали *Bosmina* и *Leptodora*, биомасса колебалась между  $0,01$  и  $0,86 \text{ г/м}^3$ , составляя в среднем  $0,18 \text{ г/м}^3$ . В середине августа, в период «депрессии» зоопланктона в открытом водохранилище (при средней биомассе  $0,5—0,6 \text{ г/м}^3$ ), в побережье были преимущественно циклопиды, с примесью *Daphnia*, *Ceriodaphnia*, *Leptodora*, а биомасса колебалась между  $0,004$  и  $0,26 \text{ г/м}^3$ , составляя в среднем всего около  $0,10 \text{ г/м}^3$ .

Такая бедность зоопланктона несомненно есть результат действия волн, которые смывают органический детрит, поднимают минеральную муть, вредную для фильтраторов (Рылов, 1940; Мануйлова, 1955) и оказывают прямое разрушительное механическое действие на организмы. Те же причины вызывают и резкое обеднение бентоса.

Бентос состоит здесь из единичных личинок хирономид *Glyptotendipes*, *Cryptochironomus gr defectus* и др.), пиявок олигохет (тубифицид, люмбрикулид), дающих в сумме чрезвычайно низкую биомассу. В 1952—1953 г. биомасса бентоса составляла на песчаных грунтах  $0,11—0,22 \text{ г/м}^2$ , в то время как на илах —  $4,48—5,61 \text{ г/м}^2$  и даже на незаиленных задернованных почвах —  $0,83—1,11 \text{ г/м}^2$  (М.-Болтовской, 1955-а). Повторные обследования последующих лет давали примерно такую же картину. В настоящее время песчаные грунты широко распространились и за пределами побережья, на глубинах до 8—10 м, и на них мы находим везде такую же крайне бедную фауну, как бы фрагменты пело- и литофильных биоценозов, при отсутствии специфических псаммофильных форм. Приблизительно такой же бентос наблюдается и у торфяных массивов (Соколова, 1957; Митропольский, 1963).



Этот биотоп, очень характерный для водохранилищ лесной зоны, представляет собою совершенно особую картину. Он населен богатой фауной своеобразного состава, которая была исследована в 1950-х годах, когда существовали еще крупные массивы мертвых лесов. Нижеприведенное описание их фауны уже не соответствует современному ее состоянию, так как биоценозы мертвых лесов беднеют и разрушаются вместе с разрушением самих лесов.

Можно различать леса незащищенные от волнений, с более или менее размытым до песков грунтом и почти без макрофитов, и защищенные островами или берегами бухт и заливов. В защищенных лесах грунт не размыт и в большей или меньшей степени заилен. В незащищенных лесах высшие водные растения развиваются слабо, и преимущественно в более близких к берегам участках; в защищенных же обычно имеются более или менее сплошные заросли.

В мертвых лесах, особенно защищенных, образуется сложная система нескольких биоценозов: один на дне, другой на стволах и ветвях деревьев, третий в воде между ними (планктон), да еще четвертый — фитофильный — на зарослях, если они хорошо развиты.

Зоопланктон в мертвых лесах в общем не отличается своеобразием и близок к зоопланктону открытого водохранилища, хотя в заливах и устьях рек к нему примешиваются прибрежные и фитофильные формы. Замечается, что в мертвых лесах уменьшается роль тонких фильтраторов (кладоцер). Биомасса зоопланктона в защищенных лесах выше, чем в открытых частях водоема (летом средние  $1,2—1,6 \text{ г/м}^3$ ) (Воронина, 1959; М.-Болтовской и др., 1958).

Биоценоз обрастаний (эпибионтов) на стволах деревьев наиболее характерен для мертвых лесов. По количественному преобладанию в нем личинок *Glyptotendipes* gr. *griekoveni* он был назван «биоценозом глиптотендипеса». Эта преимущественно литофильная личинка, поселяющаяся в прикрепленных к субстрату домиках, развивается здесь в массовых количествах (до 18000 экз. на  $1 \text{ м}^2$  поверхности деревьев); вместе с ней очень много и фитофильных хирономид *Endochironomus* gr. *tendens* и *Cricotopus* gr. *silvestris*, а также пиявок, главным образом *Herpobdella* (*H. octoculata*, *H. nigricollis*). К ним присоединяются, в меньшем количестве, *Asellus*, личинки ручейников (преимущественно *Cyrtus flavidus*), *Bithynia tentaculata* и другие гастроподы, мшанки, особенно *Cristatella*, и губки. Только в этом биоценозе (и почти исключительно в районе Среднего Двора) в Рыбинском водохранилище были найдены гаммариды, а именно обычный для северной части умеренного пояса пресноводный *Rivulogammarus lacustris*. Большая часть этих животных использует различные убежища, предоставляемые деревьями, особенно щелевидные



пространства под корой. Биоценоз в целом очень богат. В августе 1952 г., когда мертвые леса были исследованы при пониженном на 2 м уровне, следовательно в их нижнем горизонте, он характеризовался очень высокой биомассой — в среднем  $122,93 \text{ г/м}^2$  (при расчете на  $1 \text{ м}^2$  площади деревьев); даже если вычесть губок, встречавшихся лишь местами крупными скоплениями, то остается тоже много —  $52,89 \text{ г/м}^2$ .

В незащищенных лесах фауна значительно беднее. В условиях сильного волнения большая часть животных здесь локализуется под корой и представлена почти исключительно хирономидами и питающимися ими пиявками, дающими в сумме в среднем  $24,11 \text{ г/м}^2$ . В защищенных же лесах беспозвоночные в большом количестве населяют и поверхность деревьев, появляются ползающие гастроподы, мшанки и губки и биомасса сильно возрастает (средняя  $208,82 \text{ г/м}^2$ ). На развивающихся здесь зарослях образуется и фитофильный биоценоз, элементы которого частично заселяют и деревья.

В верхних горизонтах мертвых лесов, обследованных в 1953 г. и затем в 1959 г., фауна значительно беднее, особенно в начале лета (в июне), что вызвано, конечно, обсыханием деревьев, обнажающихся при падении уровня. В течение лета они постепенно заселяются, но по обилию фауны не достигают уровня нижних горизонтов. Личинки разных форм хирономид распределяются по вертикали на разной высоте. Как показали исследования В. П. Луферова (1962), выше всего — в основной массе до глубины 0,4 м — располагаются личинки видов *Cricotopus*; в противоположность этому личинки *Glyptotendipes* gr. *griepkoveni* в верхнем полуметровом слое почти отсутствуют, и локализуются преимущественно на горизонте 0,8—1,2 м, хотя встречаются и глубже. Менее выражено предпочтение отдельных горизонтов у личинок *Endochironomus* gr. *tendens*, но и они распределены неравномерно и в небольшом количестве встречаются обычно между 1,0 и 1,5—1,8 м.

Эпибиозы Рыбинского водохранилища долгое время отличались полным отсутствием дрейссены (*Dreissena polymorpha*), столь характерной для обрастаний водоемов бассейна Волги. Этот моллюск совершенно не выносит длительного обсыхания и обмерзания и поэтому, естественно, не может существовать в верхних горизонтах. Однако он не встречался раньше и на глубинах более 3—4 м. Но после 1958 г., когда дрейссена в значительных количествах распространилась в Рыбинском и других водохранилищах, она появилась и на мертвых лесах. В общем дрейссены не очень много, хотя местами на глубине 4 м были обнаружены массовые скопления ее с биомассой до  $3,8 \text{ кг/м}^2$  (Луферов, 1963).

Бентос среди мертвых лесов тоже зависит прежде всего от их защищенности. В общем, он богаче бентоса соответствующих грунтов за пределами мертвых лесов, но главным образом за счет примеси характерных обитателей эпибиозов — глиптотендипеса и пиявок. По данным 1952 г. на песках незащищенных лесов



биомасса бентоса была в среднем  $5,5 \text{ г/м}^2$ , на задернованных почвах и заиленных песках защищенных лесов —  $7,7 \text{ г/м}^2$  (повышение главным образом за счет мотылей).

Мертвые леса — местообитание богатых и разнообразных биоценозов обрастаний и биотоп, способствовавший сохранению зарослей, — несомненно значительно обогащали фауну водохранилища. В настоящее время от них сохранились только сильно разреженные остатки, в которых не могут уже развиваться заросли, и биоценозы обрастаний сильно обеднели.

### Общая характеристика жизни прибрежной зоны

Из вышеизложенного мы видим, что фауна прибрежной зоны неоднородна и зависит прежде всего от степени защищенности от волнений, определяющей возможность ее зарастания макрофитами. Так как мертвые леса, населенные особым биоценозом, в настоящее время почти исчезли, открытые берега везде смыты до песков. Песчаное побережье вследствие крайне неблагоприятных условий обитания населено очень скудно и планктонная и донная фауна в этом биотопе беднее, чем за пределами побережья в открытом водохранилище. Защищенные участки (заливы, районы перед устьями рек и за островами) занимают всего около 5% площади побережья, но они значительно богаче фауной. В верхнем горизонте (до глубины 1,5 м от НПП), зарастающем высшей водной растительностью, фауна особенно богата и за время его нахождения под водой средняя биомасса зоопланктона составляет  $1,5—2,0 \text{ г/м}^3$ , бентоса — около  $8 \text{ г/м}^2$  и специфической фитオフィльной фауны, развивающейся в зарослях —  $18—23 \text{ г/м}^3$ . В нижнем горизонте (с глубинами от 1,5 до 3,0 м) фитオフィльной фауны нет, население ближе к населению области постоянного затопления, биомасса зоопланктона  $0,5—0,8 \text{ г/м}^3$ , бентоса — около  $4 \text{ г/м}^2$ .

В открытом же водохранилище, в области постоянного затопления, средняя биомасса зоопланктона  $0,3—0,7 \text{ г/м}^3$ , бентоса —  $2—2,5 \text{ г/м}^2$  за пределами предустьевых районов,  $5—10 \text{ г/м}^2$  в предустьевых районах впадающих рек.

Эти соотношения иллюстрируются диаграммами на рис. 8 и 9.

Таким образом, в защищенных участках прибрежной зоны несмотря на то, что они относятся к области временного затопления и каждый год полностью обнажаются и промерзают, а частью и высыхают, фауна значительно богаче, чем в области постоянного затопления водохранилища. В зоне зарослей под  $1 \text{ м}^2$  поверхности воды (в период их существования) находится в среднем около 30 г (28—33) беспозвоночных, а в открытом водохранилище — всего не более 3 г, т. е. в десять раз меньше.

Чем объясняется богатство прибрежной зоны? Очевидно, положительные факторы в этой зоне в целом значительно перевешивают отрицательные. Промерзание и высыхание побережья, уменьшая разнообразие фауны, не вызывает уменьшения ее



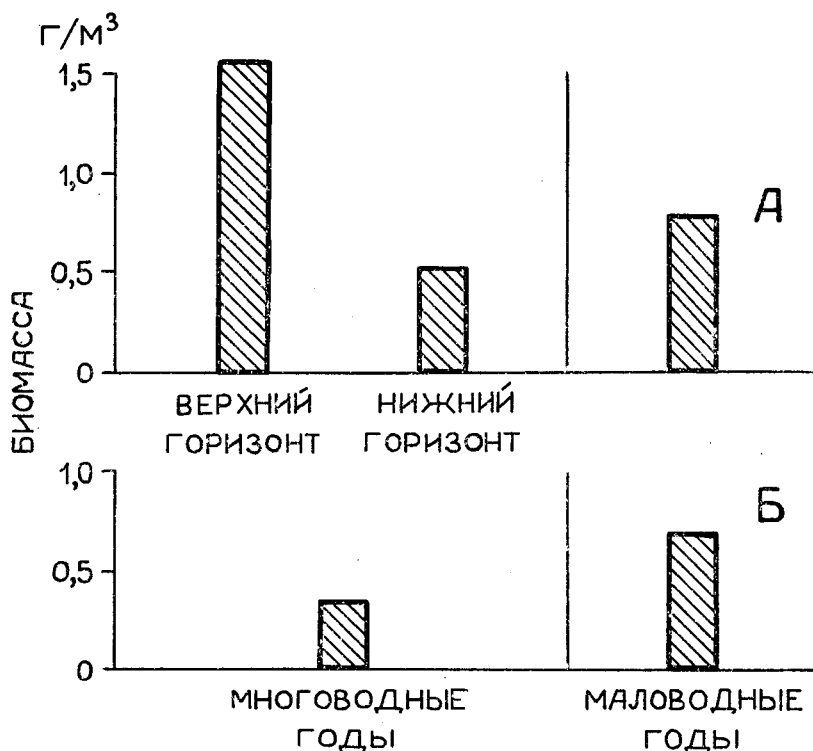


Рис. 8. Средняя биомасса зоопланктона ( $г/м^3$ ) в прибрежной и открытой частях Рыбинского водохранилища.

А — защищенное побережье; Б — открытое водохранилище.

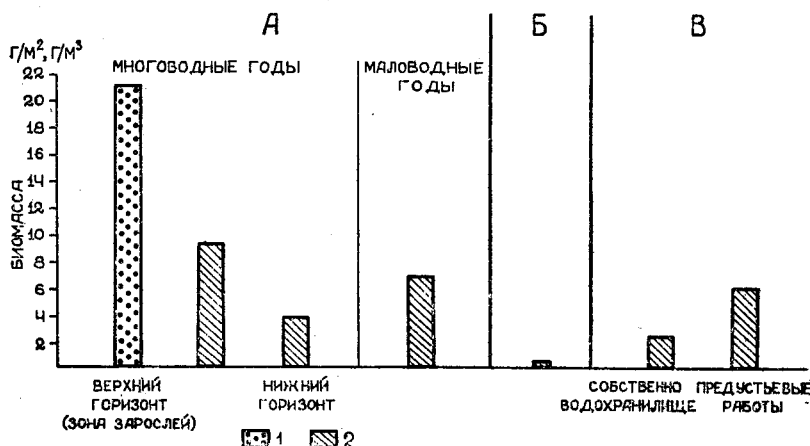


Рис. 9. Средняя биомасса бентоса ( $г/м^2$ ) и фитофильной фауны ( $г/м^3$ ) в прибрежной и открытой частях Рыбинского водохранилища.

А — защищенное побережье; Б — незащищенное побережье (пески); В — открытое водохранилище; 1 — фитофилы; 2 — бентос.



общего обилия; те виды, которые могут вынести условия длительного пребывания вне воды, развиваются в настолько большем количестве, что общая биомасса фауны значительно возрастает. Главную роль здесь играют заросли макрофитов, которые оказывают положительное влияние несомненно на всю фауну, как видно по массовому развитию в этой зоне не только фитофильного биоценоза, но и планктона и бентоса. Но сама вегетирующая растительность почти не используется в пищу водными беспозвоночными. Как известно, лишь немногие из них питаются тканями живых растений, и даже типичные фитофилы — легочные моллюски, скоблящие растения радулой, используют почти исключительно отмирающие или отмершие, переходящие в детрит ткани (Цихон-Луканина, 1965). Беспозвоночные внутренних вод живут в основной массе за счет микрофлоры и продуктов распада организмов, и выработали приспособление для отфильтровывания взвешенных питательных частиц, которое эффективнее, чем использование тканей сосудистых растений (Кашкин, 1961).

Значение зарослей макрофитов и заключается прежде всего в образовании в процессе отмирания большого количества продуктов распада, начиная от детрита и кончая биогенными соединениями. Последние, в свою очередь, стимулируют развитие водорослей, и в том числе фитопланктона, более богатого и разнообразного в прибрежной зоне, чем в открытом водоеме, особенно весной и в начале лета (Приймаченко, 1959). Но многочисленные прямые и косвенные данные указывают на то, что в Рыбинском, как и в других волжских водохранилищах, да и в других мелководных водоемах основную кормовую базу «мирных» (не хищных) беспозвоночных составляют не фитопланктон, а детрит и бактерии, т. е. не первичные продуценты, а продукты распада продуцентов и консументов и использующие их редуценты (М.-Болтовской, 1963). Первичная продукция, будучи сама по себе не низкой или даже довольно высокой, не характеризует вторичную продуктивность водоема, так как почти не используется, или очень неполно, в трансформированном виде, используется гетеротрофными звеньями трофических цепей. Эти гетеротрофные звенья живут в основном за счет бактериодетрита, которого в водохранилище за пределами прибрежья очевидно сильно недостает, что и является причиной бедности здесь и зоопланктона и бентоса.

Но в зоне прибрежных зарослей непрерывно идет образование и поступление в воду детрита. Прежде всего он поступает весной, при затоплении остатков прошлогодней водной и наземной растительности. Затем начинается частичное отмирание развившихся и выносящих длительное затопление луговых растений, а при долгом стоянии высокого уровня и отмирание земноводных и водных растений. Близость берегов тоже дает дополнительный источник детрита и биогенов в виде берегового (дождевого) стока. К этому присоединяется пыльца наземных растений, в больших количествах приносимая с берегов (Smirnov, 1964), а также, конеч-



но, детритообразование от цветений фитопланктона и жизнедеятельности и отмирания беспозвоночных и рыб.

Все это, естественно, обуславливает размножение бактерий, количество которых в планктоне прибрежной зоны повышено и часто достигает 3—5 млн./мл, в то время как в открытом водохранилище обычно 1—2 млн./мл.

По всей видимости именно по этой причине многие виды беспозвоночных, в том числе и такие, которые распространены не только в прибрежье, но и в других биотопах, дают в прибрежной зоне иногда колоссальную численность, не встречающуюся за ее пределами в водохранилище: мотыли — десятки тысяч, бентические хидориды *Monospilus* — около 200 тысяч, *Eurycercus* — более 40 тысяч экз./м<sup>2</sup>, планктонные коловратки *Polyarthra* и планктонные кладоцеры *Polyphemus* — более 2 млн. на 1 м<sup>3</sup>. Характерно также то, что (в годы с нормальным затоплением прибрежной зоны) зоопланктон здесь развивается и дает первый максимум раньше, чем в открытом водохранилище и в течение лета не дает длительной депрессии, оставаясь на высоком уровне, несмотря на резкие колебания, вплоть до поздней осени<sup>1</sup>.

Наиболее благоприятны, видимо, условия питания именно среди зарослей, где мы находим не только все стадии разрушения растительных тканей, но и обильные микрообрастания (растительные и животные). Здесь мы находим и наибольшее разнообразие систематических, экологических и трофических групп животных. Наряду с многочисленными тонкими и грубыми фильтраторами — потребителями био-и абиосестона (большинство инфузорий, коловраток, часть копепод, многие личинки хирономид, некоторые переднежаберные моллюски) здесь обитают также очень многие пожиратели обрастаний, соскребающие их с поверхности растений (фитофильные кладоцеры, особенно хидориды и некоторые макротрициды; многие остракоды, некоторые личинки хирономид), а также пожиратели растительных тканей, использующие их, как правило, в отмершем и лишь редко в живом состоянии (легочные брюхоногие, некоторые личинки ручейников и других насекомых). Вместе с этими «мирными» беспозвоночными обитает множество хищных, относящихся к различным категориям. Мы находим здесь хищников, гоняющихся за добычей, которую они хорошо видят (*Polyphemus*) или подстерегающих добычу, за которой следят глазами (личинки стрекоз); нападающих на добычу, ориентируясь на вызываемые ею токи воды, но не преследующих ее (многие циклопы, личинки хирономид *Procladius*, *Ablabesmyia* и др.); сидячих и неподвижных, но

<sup>1</sup> По мнению Ю. И. Сорокина (1969) в настоящее время количество зоопланктона и его сезонная динамика в прибрежной зоне и в открытых плесах Рыбинского водохранилища почти одинаковы. Однако из трех точек, выбранных им для характеристики прибрежной заросшей зоны, одна к ней явно не относится, другая расположена в особых условиях (в устье реки), а характеризующая открытое водохранилище точка находится в предустьевом районе Волги. Поэтому его наблюдения не могут дать достоверный материал для сравнения прибрежной и открытой области водохранилища.



улавливающих добычу расправленными ловчими приспособлениями (гидры, хищное растение пузырчатка). Есть своеобразные хищники, увлекающие добычу мощным ресничным аппаратом (коловратки *Asplanchna*) или внезапным расширением глотки (олигохеты *Chaetogaster*). Одни хищники глотают добычу целиком (многие личинки насекомых, олигохеты, наидиды), другие высасывают ее (большинство хищных ракообразных, клещи) или высасывают крупную, а глотают мелкую добычу (пиявки и другие).

Вся эта пестрая многочисленная армия хищных беспозвоночных уничтожает огромное количество «мирных» беспозвоночных, а крупные хищники — и мелких хищников. По отношению к беспозвоночным, которые считаются «кормовыми» для рыб (к ним относятся главным образом личинки хирономид, кладоцеры и копеподы), хищниками являются и рыбы, в больших количествах, преимущественно в виде молоди, населяющие прибрежную зону. Численность молоди массовых видов рыб (плотвы, леща, окуня, ерша и др.), особенно в «урожайные» годы, очень велика и они конечно уничтожают большие массы беспозвоночных. Однако численность хищных беспозвоночных настолько больше численности рыб, что, несмотря на их малые по сравнению с рыбами размеры, количество уничтоженных ими «мирных» должно быть гораздо больше. Достаточно указать, например, на то, что численность некоторых хищных беспозвоночных может достигать десятков и сотен тысяч (например *Asplanchna*, *Chaetogaster*), а иногда и более миллиона на  $1 \text{ м}^3$  (*Polyphemus*), в то время как количество мальков рыб редко достигает нескольких десятков на  $1 \text{ м}^3$ . Действительно, попытки подсчитать потребление корма отдельными хищными беспозвоночными, как правило, приводят к подтверждению этого предположения. Так, подсчеты доказывают, что только один вид циклопа *Acanthocyclops viridis* — уничтожает в несколько раз, а олигохета *Chaetogaster diaphanus* — более чем в сто раз больше кладоцер, чем молодь всех рыб (М.-Болтовской, 1963; Поддубная, 1965).

Массовое развитие беспозвоночных после затопления суши с остатками прошлогоднего растительного покрова — явление хорошо известное, происходящее после «летования» прудов, а также наблюдающееся при образовании равнинных водохранилищ с затоплением больших пойменных и надпойменных площадей. В водохранилищах, при условии прекращения проточности, благоприятные условия питания дают возможность быстрого развития характерной однообразной «мотылевой» бентической группировки, сходной с бентосом зоны прибрежных зарослей и по видовому составу, и по биомассе ( $10\text{—}15 \text{ г/м}^2$ ), уже в первый год существования водохранилищ, несмотря на их значительно большую глубину (до  $30\text{—}40 \text{ м}$ ) (М.-Болтовской, 1961).

Благотворное влияние высшей водной растительности на развитие беспозвоночных сказывается, видимо, и на нижнем горизонте прибрежной зоны, где зарослей уже нет, но количество



зоопланктона и бентоса повышено. В маловодные годы, как можно судить по более высокой биомассе фауны, оно выражено сильнее в связи с приближением этого горизонта к берегу и несколько более сильным развитием макрофитов. Но в общем это влияние невелико и не распространяется далеко за пределы зарослей.

Для того, чтобы представить себе более ясно механизм создания богатой фауны беспозвоночных в прибрежной зоне, в 1957 г. в районе Борка были организованы совместные наблюдения нескольких лабораторий Института биологии внутренних вод АН СССР над распадением высшей водной растительности и развитием на ее остатках бактерий и зоопланктона.

Прошлогодняя растительность за зиму подвергается разрушению в разной степени. Менее всего разрушаются растения, оставшиеся в течение всей зимы в воздухе (т. е. не падавшие на землю), как тростник. После попадания весной в воду распад прошлогодних остатков усиливается и на них развивается сапрофитная бактериальная флора. В мае-июне 1957 г. наибольшее число бактерий — сапрофитов было на гречихе (до 50 млн./г), меньше на ежеголовнике и тростнике (до 4—10 млн./г); в июле-августе, несмотря на снижение интенсивности распада, количество сапрофитов возросло до 18—109 млн./г.

При опытах с распадением скошенной растительности оказалось, что первые три недели распад шел наиболее быстро, а позже замедлялся, и через два месяца оказывалось еще 40—50% исходного веса растений (Жорелякова, 1958, 1959). На скошенной растительности сапрофитные бактерии развивались значительно интенсивнее, чем на вегетирующей или на остатках прошлогодних растений, причем их количество достигало (при скашивании в июне) максимума через месяц или (при скашивании в августе) через 2—3 недели: на тростнике — до 940 млн./г, на гречихе и осоке позднее — до 300—900 млн./г. В воде, окружающей скошенную растительность, количество сапрофитов изменялось в общем по сходной кривой. Общее число бактерий в воде здесь было в 8—10 раз больше, чем в открытых частях водохранилища: соответственно 7,8—10,4 млн./мл и около 1 млн./мл (Крашенинникова, 1958).

Исследование зоопланктона в воде над скошенной в августе растительностью показало, что количество планктонных и фитофильных рачков-фильтраторов (*Simoccephalus*, *Ceriodaphnia*, *Eurycegercus*) во всех опытах, т. е. над тростником, гречихой и рдестом, возрастало после скашивания и достигало максимума на 8—9 день, после чего начинало уменьшаться и дней через десять уже было близко к начальному.

Количество этих рачков над скошенной растительностью изменялось в полном соответствии с изменением количества сапрофитных бактерий в воде.

Очень явно замечается различие в количестве и динамике биомассы планктонно-фитофильных рачков в воде среди



скошенной растительности, вегетирующих зарослей и за пределами зарослей.

Среди скошенной растительности максимумы биомассы рачков — 7,4—10,0 г/м<sup>3</sup> — наблюдались, как указывалось, через 8—9 дней после скашивания (в конце августа); в вегетирующих зарослях они были значительно ниже — от 2 до 5,9 г/м<sup>3</sup> и соответствовали периоду максимального развития и биомассы растений (середина августа); в чистой же воде уже на расстоянии 2—3 м от зарослей биомасса рачков была гораздо ниже и не превосходила 0,4 г/м<sup>3</sup> (Фенюк, 1958).

Эти наблюдения и опыты хорошо подтверждают то положение, что основной кормовой базой для беспозвоночных (не хищных), по крайней мере в прибрежной зоне, служат бактерии и детрит, поступающие при отмирании высшей растительности. Видимо, при распаде перезимовавшей растительности детрита поступает меньше, так как она за зиму сильно минерализуется. Но в естественных условиях массового отмирания макрофитов в вегетационный период не должно происходить, и значение больших запасов прошлогодней растительности для продуцирования детрита сразу же после весеннего затопления побережья должно быть очень велико.

Приведенные данные показывают также причину быстрого снижения количества беспозвоночных за пределами зоны зарослей. Очевидно фитогенный детрит, база для размножения бактерий, не распространяется на сколько-нибудь значительное расстояние от продуцирующих его растений, по крайней мере в условиях глубоко вдающихся в сушу или хорошо защищенных от волнений бухт и заливов. Если при этом учесть, что в Рыбинском водохранилище общая площадь таких участков относительно очень мала (единицы процентов от всей площади водоема), то не вызывает удивления неоднократно отмечавшийся факт, что в годы с высоким уровнем и полным (и иногда при этом очень длительным) затоплением прибрежной зоны количество зоопланктона в открытом водохранилище было не больше, чем в годы низкого уровня. Напротив, обычно наблюдалась пониженная биомасса зоопланктона в многоводные годы (Семенова, 1968). Не наблюдалось и соответствия между уровнем и количеством бентоса.

Итак, обзор результатов исследования фауны прибрежной зоны вновь приводит к высказанному нами ранее (М.-Болтовской, 1963) выводу, что низкая вторичная продуктивность Рыбинского водохранилища (бедность его зоопланктона и особенно бентоса) есть следствие того, что этот водоем живет, как и многие другие по «проточному» типу, т. е. главным образом за счет аллохтонного, поступающего с берегов и из прибрежной зоны, органического детрита.

Последний же поступает в очень недостаточном количестве и одной из причин этого является очень незначительное (и при этом все уменьшающееся) развитие прибрежных зарослей.



- Бакулин К. А. 1968. Морфометрические характеристики Рыбинского водохранилища. Тр. Инст. биол. внутр. вод, вып. 16 (19).
- Беклемишев В. Н. 1949. Учебник медицинской энтомологии. Медгиз.
- Белавская А. П. и Т. Н. Кутова. 1966. Растительность зоны временного затопления Рыбинского водохранилища. Тр. Инст. биол. внутр. вод, вып. 11 (14).
- Буторина Л. Г. 1963. Некоторые данные по распределению и жизненному циклу *Polyphemus pediculus*. Тр. Инст. биол. внутр. вод, вып. 6 (9).
- Воронина Н. М. 1959. Горизонтальное распределение зоопланктона в северных отрогах Рыбинского водохранилища. Тр. ВГБО, т. IX.
- Грезе В. Н. 1960. Холодостойкость литоральной фауны Камского водохранилища и его биологическая продуктивность. Зоол. журн. XXXIX, вып. 12.
- Заречная С. Н. 1959. Фауна ручейников Рыбинского водохранилища. Тр. Инст. биол. водохр., вып. 1 (4).
- Кашкин Н. И. 1961. О размерах использования высших водных растений некоторыми беспозвоночными — фитофагами. Тр. Мурманск. мор. биол. инст., вып. 3 (7).
- Корелякова И. Л. 1958. Некоторые наблюдения над распадом перезимовавшей прибрежно-водной растительности Рыбинского водохранилища. Бюлл. инст. биол. водохр., № 1.
- Корелякова И. Л. 1959. О распаде окошенной прибрежно-водной растительности. Бюлл. Инст. биол. водохр., № 3.
- Крашенинникова С. А. 1958. Микробиологические процессы распада водной растительности в литорали Рыбинского водохранилища. Бюлл. Инст. биол. водохр., № 2.
- Курдин В. П. и Н. А. Зимникова. 1968. Изменение количества органического вещества в илтистых отложениях Рыбинского водохранилища. Тр. Инст. биол. внутр. вод, вып. 16 (19).
- Кутова Т. Н. 1957. Экологическая характеристика растений зоны временного затопления Рыбинского водохранилища. Тр. Дарвинск. гос. заповедника, вып. IV.
- Леонтьев А. М. 1956. Об изменениях растительности под влиянием первых лет затопления и подтопления Рыбинским водохранилищем. Тр. Дарвин. гос. заповедника, вып. III.
- Леонтьев А. М., ред. 1957. Дарвинский заповедник. Вологда.
- Луферов В. П. 1962. Вертикальное распределение личинок *Tendipedidae*, заселяющих затопленные деревья. Бюлл. Инст. биол. водохр., № 12.
- Луферов В. П. 1963. Эпифауна затопленных лесов Рыбинского водохранилища. Тр. Инст. биол. внутр. вод, вып. 6 (9).
- Луферов В. П. 1965. О пагоне прибрежья Рыбинского водохранилища. Тр. Инст. биол. внутр. вод, вып. 8 (11).
- Луферова Л. А. 1968. К фауне *Ostracoda* Рыбинского водохранилища. Тр. Инст. биол. внутр. вод, вып. 17 (20).
- Мануйлова Е. Ф. 1955. Об условиях массового развития ветвистоусых рачков. Тр. биол. станции Борок, вып. 2.
- Марголина Г. Л. 1958. Сравнительная характеристика животного населения зарослей высшей водной растительности Рыбинского водохранилища. Бюлл. Инст. биол. внутр. вод № 2.
- Митропольский В. И. 1963. К распределению бентоса Рыбинского водохранилища. Матер. по биол. и гидрол. Волжских водохранилищ.
- Монаков А. В. 1968. Фауна циклопид прибрежной зоны Рыбинского водохранилища. Тр. Инст. биол. внутр. вод, вып. 17 (20).
- Мордухай-Болтовская Э. Д. 1965. Материалы по биологии инфузорий Рыбинского водохранилища. Тр. Инст. биол. внутр. вод, вып. 8 (11).
- Мордухай-Болтовской Ф. Д. 1954. Материалы по среднему весу водных беспозвоночных бассейна Дона. Тр. проблем. и темат. совещ. ЗИН, вып. 2.
- Мордухай-Болтовской Ф. Д. 1955а. Распределение бентоса в Рыбинском водохранилище. Тр. биол. ст. Борок, вып. 2.
- М.-Болтовской Ф. Д. 1955б. О методике количественного учета фауны



во временных водоемах и периодически затопляемых зонах водохранилищ. Тр. биол. ст. Борок, вып. 2.

М.-Болтовской Ф. Д. 1957. Развитие фауны беспозвоночных в нерестово-выростных водоемах на Дону в связи с выращиванием в них молоди рыб. Тр. совещ. по рыбоводству.

М.-Болтовской Ф. Д. 1958. Усовершенствованная конструкция трубчатого дночерпателя. Бюлл. Инст. биол. водохр., № 1.

М.-Болтовской Ф. Д. 1961. Процесс формирования донной фауны в Горьковском и Куйбышевском водохранилищах. Тр. Инст. биол. водохр., вып. 4 (7).

М.-Болтовской Ф. Д. 1963. Основные трофические связи в волжских водохранилищах. Тр. Инст. биол. водохр., вып. 5 (8).

М.-Болтовской Ф. Д., Э. Д. М.-Болтовская и Г. Я. Яновская. 1958. Фауна прибрежной зоны Рыбинского водохранилища. Тр. биол. станции Борок, вып. 3.

Овчинников И. Ф. 1949. Эколого-биологический очерк периодически осушаемой зоны Рыбинского водохранилища. Автореф. дисс. Зоол. инст. АН СССР.

Поддубная Т. Л. 1965. Питание *Chaetogaster diaphanus* Gruit. в Рыбинском водохранилище. Тр. Инст. биол. внутр. вод, вып. 9 (12).

Приймаченко А. Д. 1959. Фитопланктон прибрежной зоны Рыбинского водохранилища. Тр. Инст. биол. водохр., вып. 1 (4).

Рылов В. М. 1940. Об отрицательном значении минерального сестона в питании некоторых планктонных Entomostraca в условиях речного течения. Докл. Акад. Наук СССР, т. XXXIX, вып. 7.

Савина В. Д. 1965. Уровенный режим Рыбинского водохранилища. Сб. работ Рыбинск. гидромет. обсерв., вып. 2.

Семенова Л. М. 1966. Некоторые данные по биологии *Bosmina coregoni* Baird в Рыбинском водохранилище. Тр. Инст. биол. внутр. вод, вып. 17 (20).

Соколов И. И. 1950. Водяные клещи Рыбинского водохранилища. Тр. биол. ст. Борок, вып. 2.

Соколова Н. Ю. 1957. Бентос Шекснинского отрога Рыбинского водохранилища. Тр. ВГБО, т. VIII.

Сорокин Ю. И. 1969. Сезонная динамика продуктивности планктона прибрежья и открытой части Волжского плеса Рыбинского водохранилища. Биология внутр. вод, информ. бюлл. № 3.

Фенюк В. Ф. 1958. Материалы по фауне отмирающей водной растительности в Рыбинском водохранилище. Бюлл. инст. биол. водохр., № 1.

Фенюк В. Ф. 1961. Донное население временно-затопляемой зоны Рыбинского водохранилища. Тр. Дарвинск. гос. заповедн., вып. VII.

Цихон-Луканина Е. А. 1965. Питание и рост пресноводных брюхоногих моллюсков. Тр. Инст. биол. внутр. вод, вып. 9 (12).

Шаронов И. В. 1963. Влияние уровенного режима на формирование стад рыб в Куйбышевском водохранилище. Материалы 1-го научно-технич. совещ. по изуч. Куйбышевск. водохр., вып. 3.

Экзерцев В. А., А. П. Белавская, Т. Н. Кутова. 1970. Растительность Рыбинского водохранилища. Сб. Рыбинское водохранилище и его жизнь. Изд. «Наука».

Smirnov N. N. 1963. On inshore Cladocera of the Volga Water reservoirs. Hydrobiol., vol. XXI, N. 1—2.

Smirnov N. N. 1964. On the quantity of allochthonous pollen and spores received by the Rybinsk reservoir. Hydrobiol., vol. XXIV, N. 1—3.



К. А. КУДИНОВ, Т. М. ДИДКОВСКАЯ

## ВЛИЯНИЕ РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА НА УРОВЕНЬ ПОЧВЕННО-ГРУНТОВЫХ ВОД

*(Сообщение 2. Месячное изменение уровня грунтовых вод)*

В первом сообщении (Кудинов, 1971) было рассмотрено среднее положение грунтовых вод на одном из участков побережья Рыбинского водохранилища. Было установлено, что на изученном участке среднее положение грунтовых вод как в целом за год, так и за отдельные месяцы значительно изменилось под влиянием подпора, вызванного созданием Рыбинского водохранилища. В настоящем, втором сообщении рассматривается зависимость месячного изменения уровня грунтовых вод от сезона года, подпора, осадков и температуры.

### Основной материал, методика его обработки

Все использованные в настоящем сообщении данные получены на том же гидрологическом профиле в пос. Борок, что был описан ранее (Кудинов, 1971), поэтому здесь данные по геологии и литологии участка не приводятся.

Под месячным изменением уровня грунтовых вод понимается разность между уровнем грунтовых вод на конец данного и на конец предшествующего месяца. Поэтому положительные значения изменения уровня соответствуют его повышению, а отрицательные — понижению.

Были использованы данные за 15-летний период наблюдений (1954—1968). По скважине № 80 имеется пропуск в наблюдениях за 1960—1965 гг. в связи с ее неисправностью. Имеются пропуски в зимних данных по скважине № 83, что вызвано замерзанием в ней воды. Исходные данные о месячных изменениях уровня грунтовых вод в скважинах приведены в приложениях I—V. В приложении VI для сравнения приведены данные об изменении уровня Рыбинского водохранилища за аналогичный период. В следующих приложениях приведены показатели температуры воздуха (приложение VII), осадков (приложение VIII), а также превышения уровня грунтовых вод над уровнем водохранилища в начале месяца (приложения IX—XVIII). При



статистическом анализе месячного изменения уровня грунтовых вод вышеуказанные показатели (температура, осадки, превышения) рассматривались как влияющие факторы. Кроме этих факторов, имеющих количественную оценку, изучалось влияние также таких факторов как «месяц» и «год», которые учитывались качественно. При изучении материала были применены различные статистические методы: дисперсионный, корреляционный и ковариационный анализы (см. Шеффе, 1963; Плохинский, 1960).

Еще до проведения анализа было ясно, что влияние на изменение уровня грунтовых вод по крайней мере температуры и осадков в теплое и холодное время года совершенно различно. Если в теплое время года выпадение осадков вследствие их инфильтрации должно вызывать повышение уровня грунтовых вод, то в зимнее время выпадение твердых осадков на грунтовые воды не оказывает влияния. Повышение температуры в летнее время должно вызывать усиление расходования почвенно-грунтовых вод на испарение и транспирацию и, следовательно, способствовать снижению уровня грунтовых вод. В зимнее же время, наоборот, повышение температуры может вызвать частичное снеготаяние и инфильтрацию талых вод и тем самым способствовать повышению уровня грунтовых вод. Вследствие этого резонно ожидать наличие отрицательной корреляции температуры и изменения уровня в летнее время и положительной — в зимнее. Поэтому было нецелесообразно изучать влияние осадков и температуры на изменение уровня грунтовых вод в целом за год.

С учетом вышесказанного весь год был разбит на два периода, названные условно теплым и холодным. Теплый период — с мая по сентябрь — характеризуется отсутствием снегового покрова, интенсивной инфильтрацией выпадающих осадков и значительными расходами почвенной влаги на суммарное испарение. Холодный период — с октября по апрель — характеризуется накоплением выпадающих осадков на поверхности почвы и инфильтрацией вод, образующихся, главным образом, при таянии снега.

При проведении анализа месячные суммы осадков округлялись до целых миллиметров, а температуры до целых градусов.

### Среднее изменение уровня грунтовых вод

Изучение среднего изменения уровня грунтовых вод проведено по схеме двухфакторного дисперсионного анализа. Факторами были выбраны календарный год и месяц. Результаты расчетов приведены в табл. 1 и 2.

Из табл. 1 можно видеть, что как в теплый, так и холодный периоды года влияние фактора «год» на изменение уровня грунтовых вод несущественно. Это означает, что наблюдаемые различия между изменениями уровня в целом за период май-сентябрь или октябрь-апрель за отдельные годы настолько невелики, что вполне могут быть следствием отдельных случайных отклонений. Фактор «год» при анализах подобного рода целесообразно рассматривать



Результаты дисперсионного анализа изменения уровня грунтовых  
периоды

Статистические показатели	Факторы	Номера скважин (числитель)			
		водохр.		80	
		0		77	
		Т	Х	Т	Х
Средние квадраты (SS) факторов	год	2258	1380	1476	753
	месяц	75464	146395	17988	8041
	ошибка	1702	2264	668	388
Числа степеней сво- боды (γ) факторов	год	14	14	8	8
	месяц	4	6	4	6
	ошибка	56	84	32	48
Дисперсионные от- ношения (F) влия- ния факторов	год	1,33	0,61	2,21	1,94
	месяц	44,3	64,6	26,9	20,8
Стандартное значе- ние дисперсионно- го отношения при 95-процентной ве- роятности влияния факторов F'	год	1,87	1,81	2,24	2,14
	месяц	2,54	2,21	2,67	2,29

как «случайный фактор», т. е. полагать, что последовательный ряд лет, за которые имеются наблюдения, представляет собою случайную выборку из некой генеральной совокупности лет (Шеффе, 1963.) При таком подходе результаты анализа могут быть интерпретированы как отсутствие значимой дисперсии изучаемого показателя по годам. Тогда для оценки ошибки допустимо объединить сумму квадратов и число степеней свободы остаточного рассеяния и рассеяния по годам, что и было сделано при вычислении ошибки среднемесячных показателей, приведенных в табл. 2.

Из табл. 1 можно также видеть, что в холодный период года влияние фактора «месяц» на изменение уровня грунтовых вод во всех скважинах вполне достоверно, поскольку фактическое значение дисперсионного отношения (F) в несколько раз превышает стандартное значение (F'), вероятность случайного превышения которого составляет всего 5%. Для теплого года влияние фактора «месяц» носит несколько иной характер. Фактические значения дисперсионного отношения весьма велики для водохранилища и близко расположенной к водохранилищу скважины № 80. По скважинам 87 и 82 соотношение F и F' говорит о том, что вероятность влияния фактора «месяц» здесь лишь немного превышает 95%, а по скважине 81 вероятность эта даже еще меньше ( $F < F'$ ). Влияние фактора «месяц» на изменение уровня грунтовых вод в

Т а б л и ц а 1  
вод в скважинах и уровня водохранилища в теплый (Т) и холодный (Х)  
года

и их удаление от водохранилища в метрах (знаменатель)							
87		81		82		83	
186		317		473		613	
Т	Х	Т	Х	Т	Х	Т	Х
469	389	631	208	580	291	1031	288
2469	15223	1888	21811	4600	16308	10771	11494
784	401	768	625	1671	1452	2517	1079
14	14	14	14	14	14	14	12
4	6	4	6	4	6	4	6
56	84	56	84	56	84	56	72
0,60	0,97	0,82	0,33	0,35	0,16	0,41	0,27
3,14	37,9	2,46	34,9	2,75	11,2	4,28	10,6
1,87	1,81	1,87	1,81	1,87	1,81	1,87	1,89
2,54	2,21	2,54	2,21	2,54	2,21	2,54	2,24

скважине 83, наиболее удаленной от водохранилища, более достоверно. Чтобы объяснить причину такого различия во влиянии фактора «месяц» на изменения уровня грунтовых вод, следует обратиться к табл. 2.

Из табл. 2 можно видеть, что в теплый период года (май-сентябрь) для изменения уровня водохранилища характерно значительное повышение уровня в мае и постепенное понижение в июне-сентябре. Разность в изменении уровня в мае и сентябре превышает 160 см, и ее отношение к ошибке достигает 15. Аналогичные разности в изменении уровня грунтовых вод в скважинах № 80 и 83 (102,4 и 70,7 см) и их отношения к соответствующим ошибкам также достаточно велики и составляют соответственно 10,7 и 5,8. Однако сами изменения уровня в начале и конце теплого периода в скважинах 80 и 83 прямо противоположны: для скважины 80 характерно резкое повышение уровня в мае и снижение в сентябре, а для скважины 83 — резкое снижение в мае и повышение в сентябре. Изменение уровня грунтовых вод в скважинах 87, 81 и 82 носит промежуточный характер и в силу этого изменения уровня в мае и сентябре в скважинах значительно меньше по абсолютной величине. Поэтому максимальные разности между среднемесячными изменениями уровня в скважинах 87, 81 и 82 оказываются значительно меньшими (особенно по скважине 81).



Средние изменения уровня воды за различные месяцы

Месяцы	Точки наблюдения за уровнем воды, их расстояние до водохранилища, м						Средняя температура воздуха, град.	Средние суммы осадков, мм
	Водохр. 0	Скв. 80 77	Скв. 87 186	Скв. 81 317	Скв. 82 473	Скв. 83 613		

*Изменения уровня (в см) в теплый период*

Май	+127,1	+84,6	+18,9	-22,1	-39,4	-55,2	+10,7	53,1
Июнь	- 12,1	+ 3,3	- 0,5	-16,8	-17,1	-14,9	+15,7	70,6
Июль	- 29,7	-20,9	- 8,7	-17,7	-20,3	- 6,9	+17,5	75,6
Август	- 37,3	-16,9	-14,2	- 5,3	- 1,1	+ 2,6	+16,1	75,3
Сентябрь	- 39,6	-17,9	- 7,2	+ 0,1	+ 5,2	+15,5	+10,2	46,1
В целом за период	+ 8,3	+32,2	-11,7	-61,8	-72,7	-58,9	+14,0	320,7
Ошибка	± 11,0	± 9,6	± 6,9	± 7,0	± 9,8	±12,2	—	—

*Изменения уровня (в см) в холодный период*

Октябрь	- 18,5	- 3,2	+ 4,1	-18,4	- 25,3	+24,0	+ 4,1	55,5
Ноябрь	- 14,0	-10,0	-11,5	-14,1	-14,9	- 8,6	- 3,0	27,4
Декабрь	- 43,5	-18,9	- 6,8	-12,9	-10,9	- 5,4	- 8,2	34,3
Январь	- 59,9	-27,1	-27,3	-19,3	-15,9	-19,9	-11,3	26,6
Февраль	- 58,9	-24,4	-16,8	-12,9	-10,9	- 9,2	-10,7	19,3
Март	- 42,0	-19,8	- 6,7	+ 9,1	+24,3	+28,5	- 5,8	23,3
Апрель	+217,6	+58,8	+69,5	+88,7	+72,6	+64,1	+ 1,9	31,7
В целом за период	- 19,3	-44,7	+ 4,5	+57,0	+69,7	+73,5	- 4,7	218,1
Ошибка	± 11,9	± 6,9	± 5,2	± 6,1	± 9,2	± 8,0	—	—



Теперь результаты анализа влияния фактора «месяц» на изменение уровня грунтовых вод могут быть интерпретированы следующим образом. Характер изменения уровня грунтовых вод в различные месяцы теплого периода года наиболее четко выражен вблизи берега водохранилища, где он наиболее близок к режиму уровня водохранилища (скважина 80), и на водораздельных участках (скважина 83). Для прибрежных участков свойственно повышение уровня грунтовых вод в мае и снижение его в сентябре, для водораздельных, наоборот, свойственно понижение уровня в мае и повышение в сентябре. Для промежуточных участков свойственен промежуточный характер изменения уровня грунтовых вод, который в силу этого выражен менее четко, а для некоторых срединных участков характер изменения уровня грунтовых вод за разные месяцы теплого периода года приближается к случайному (скважина 81).

В холодный период года режим изменения уровня грунтовых вод во всех скважинах выражен достаточно четко (влияние фактора «месяц» достоверно). Различия его для береговых и водораздельных участков прослеживаются так же четко, как и в теплый период года. Эти различия сводятся в основном к изменениям уровня в марте и октябре. Для водораздельных участков свойственно повышение, а для береговых — понижение уровня в марте и октябре.

Для всех участков свойственно снижение уровня грунтовых вод в июле и в период с ноября по февраль, а также повышение уровня в апреле.

### **Влияние температуры на месячное изменение уровня грунтовых вод**

Различия изменения уровня грунтовых вод в разные месяцы года в значительной степени обусловлены общим термическим режимом. Это положение не подлежит сомнению, но остается неясным вопрос, в какой мере отклонение температуры за тот или иной месяц от среднегодового значения вызывает соответствующие отклонения в изменении уровня грунтовых вод. Для ответа на этот вопрос были вычислены коэффициенты корреляции между отклонениями температуры и отклонениями изменения уровня грунтовых вод от среднегодовых значений за отдельные месяцы. Результаты вычислений приведены в табл. 3.

Из данных, приведенных в табл. 3, можно видеть, что априорное положение о наличии положительной корреляции между температурой и изменением уровня в холодное и отрицательной — в теплое время года полностью подтвердилось.

В теплое время года значение соответствующего коэффициента корреляции составляет около  $-0,3$  с колебаниями от  $-0,08$  до  $-0,80$  в разных точках наблюдения, а для холодного около  $+0,25$  с колебаниями от  $0,02$  до  $0,47$ .



## Коэффициенты корреляции изменения уровня воды с температурой воздуха

Место наблюдения	Теплый период			Холодный период		
	Коэффициенты корреляции					
	среднее значение	верхняя граница	нижняя граница	среднее значение	верхняя граница	нижняя граница
Водохрани- лище	—0,342	—0,155	—0,505	0,219	0,372	0,054
Скважина-80	—0,671	—0,497	—0,794	0,236	0,434	0,016
Скважина-87	—0,275	—0,083	—0,447	0,285	0,431	0,124
Скважина-81	—0,335	—0,145	—0,498	0,244	0,394	0,080
Скважина-82	—0,306	—0,116	—0,475	0,233	0,386	0,071
Скважина-83	—0,277	—0,084	—0,450	0,313	0,467	0,141

## Влияние осадков на изменение уровня грунтовых вод

Влияние осадков на изменение уровня грунтовых вод и водохранилища изучалось только для теплого периода года. Найденные при этом коэффициенты корреляции приведены в табл. 4. Следует отметить, что между температурой и осадками существует отрицательная корреляция. За период наблюдений по скважинам 87, 81, 82 и 83 коэффициент корреляции температуры и осадков составил — 0,316. С вероятностью 90% истинное значение указанного коэффициента заключено в пределах от —0,126 до —0,483. За период наблюдений по скважине 80 коэффициент корреляции между температурой и осадками составил —0,230. С учетом связи между температурой и осадками были вычислены обычным способом (см. напр. Бейли, 1962) частные коэффициенты корреляции изменения уровня грунтовых вод с осадками при постоянной температуре. Эти данные также приведены в табл. 4.

Из табл. 4 можно видеть, что месячное изменение уровня водохранилища не коррелировано с суммой осадков, в то время как положительная корреляция изменения уровня грунтовых вод и суммы осадков установлена с вероятностью 95%. Обращает на себя внимание тот факт, что коэффициенты корреляции по некоторым скважинам существенно различаются: 90-процентные доверительные интервалы коэффициентов корреляции не накладываются при сравнении данных скважин 80 и 87 с данными скважин 81 и 82. Выявляется некоторая тенденция к ослаблению корреляции изменения уровня с осадками на скважинах, более близких к водохранилищу (80 и 87), а также по скважине 83, наиболее близкой к болоту. Эта тенденция может быть объяснена большим влиянием на режим уровня воды в этих скважинах условий грунтового стока.



## Коэффициенты корреляции изменения уровня воды с осадками

Место наблюдения	Коэффициенты корреляции					
	Общие			Частные (при неизменной температуре)		
	среднее значение	верхняя граница	нижняя граница	среднее значение	верхняя граница	нижняя граница
Водохранилище	0,011	0,208	—0,187	0,109	0,301	—0,092
Скважина-80	0,380	0,583	0,132	0,313	0,533	0,052
Скважина-87	0,523	0,651	0,363	0,478	0,618	0,308
Скважина-81	0,804	0,864	0,721	0,781	0,848	0,689
Скважина-82	0,772	0,841	0,677	0,748	0,824	0,645
Скважина-83	0,667	0,764	0,541	0,636	0,741	0,500

Примечание: В табл. 3 и 4 приведены границы 90-процентного доверительного интервала значений коэффициентов корреляции, полученные с помощью z-преобразований Фишера. Вероятности того, что истинный коэффициент корреляции больше верхней или того, что он меньше нижней границы, равны между собой и равны 0,05.

## Влияние подпора на изменение уровня грунтовых вод

Для оценки влияния подпора на месячное изменение уровня грунтовых вод изучалась корреляция между изменением уровня грунтовых вод и превышением уровня воды в скважине над уровнем воды в водохранилище. При этом предполагалось, что уменьшение превышения ведет к затруднению грунтового стока и тем самым препятствует понижению уровня грунтовых вод и, наоборот, большая величина превышения способствует усиленному грунтовому стоку и ускоренному падению уровня грунтовых вод. То-есть априорно предполагалось наличие отрицательной корреляции между превышением над уровнем водохранилища и изменением уровня грунтовых вод. Для проведения анализа превышения вычислялись двояко: по среднемесячным уровням водохранилища и грунтовых вод и по уровням на конец предшествующего месяца. Результаты расчетов приведены в табл. 5.

Из данных табл. 5 можно видеть, что какой-либо четкой корреляции изменения уровня и превышения не наблюдается. При определении превышения по среднемесячным данным наблюдается значимая отрицательная корреляция только в холодный период года по одной единственной скважине 80, наиболее близкой, расположенной к водохранилищу. При определении превышения по уровням на конец предшествующего месяца значимая корреляция между изучаемыми показателями наблюдается только по данным наиболее удаленных от водохранилища скважин 82 (в холодный) и 83 (в теплый период года).

Это можно объяснить тем, что дренирующее влияние водохранилища на изменение уровня грунтовых вод проявляется на



**Коэффициенты корреляции изменения уровня грунтовых вод  
с превышением их уровня над уровнем водохранилища**

Номер скважины	Коэффициенты корреляции изменения уровня грунтовых вод с превышением, вычисленным по уровням					
	средним за месяц			на конец предшествующего м-ца		
	среднее значение	верхняя граница	нижняя граница	среднее значение	верхняя граница	нижняя граница
<i>Теплый период года</i>						
80	—0,327	0,026	—0,469	0,024	0,284	—0,239
87	0,003	0,201	—0,195	—0,183	0,015	—0,367
81	0,118	0,308	—0,081	—0,158	—0,041	—0,345
82	0,155	0,342	—0,044	—0,111	0,088	—0,302
83	0,067	0,261	—0,195	—0,204	—0,007	—0,386
<i>Холодный период года</i>						
80	—0,299	—0,083	—0,488	—0,017	0,205	—0,227
87	—0,038	0,130	—0,204	—0,026	0,141	—0,192
81	0,160	0,318	—0,007	—0,029	0,139	—0,195
82	0,130	0,291	—0,038	—0,224	—0,059	—0,377
83	0,196	0,363	—0,016	—0,119	0,062	—0,293

разном расстоянии от водохранилища не одновременно. Для того, чтобы оно сказалось на большом расстоянии, требуется большой промежуток времени. Поэтому на месячных изменениях уровня воды в скважинах, удаленных от водохранилища, сказывается в большей степени превышение, бывшее в начале месяца (поскольку превышение на конец месяца на месячное изменение уровня повлиять просто не успеет), а в скважинах, близко расположенных, — среднемесячное превышение.

Вместе с тем следует отметить весьма невысокую достоверность даже выявленных корреляций. Так, нулевая гипотеза (предположение об отсутствии зависимости или, что то же самое, о равенстве коэффициента корреляции нулю) имеет вполне реальные вероятности даже в тех трех случаях, когда 90-процентные доверительные интервалы коэффициента корреляции не перекрывают нуль. При использовании одностороннего критерия вероятность нулевой гипотезы по скважине 83 (теплый период) составляет 3,67%, а по скважинам 82 и 80 (холодный период) — 1,21 и 1,16% соответственно. Поскольку в большинстве случаев значимой отрицательной корреляции выявлено не было, а в 7 случаях из 20 средние оценки коэффициента корреляции оказались боль-



ше нуля, следует поставить под сомнение априорное предположение о том, что изучаемая корреляция не может быть положительной. Пересмотр этого предположения потребует применения двустороннего критерия, при котором вероятности нулевой гипотезы удвоятся и составят соответственно 6,5, 2,5 и 2,3%. Из всего вышеизложенного следует, что в целом достоверной зависимости месячного изменения уровня грунтовых вод от превышения последнего над уровнем водохранилища не выявлено. Таким образом, достоверного влияния уровня водохранилища через посредство подпора и дренажа на месячное изменение уровня грунтовых вод выявить не удалось. Вычисление частных коэффициентов корреляции при исключении корреляции между изменением уровня и температурой и осадками для теплого и температурой для холодного периода не изменило вышеизложенного представления о влиянии водохранилища на изменение уровня грунтовых вод.

### **Месячные изменения уровня грунтовых вод с учетом влияния температуры и осадков**

Выше было показано (см. табл. 1), что за исключением одной из скважин в теплый период года изменения уровня грунтовых вод существенно различаются по месяцам. Далее, с помощью корреляционного анализа было показано, что отклонения изменений от среднемноголетних за каждый месяц коррелированы с температурой (см. табл. 3) и осадками (см. табл. 4) и не коррелированы с показателями подпора-дренажа (см. табл. 5). Наличие корреляций изменения уровня грунтовых вод с температурой и осадками заставляет провести сравнение среднемноголетних значений изменения уровня грунтовых вод с учетом того обстоятельства, что на их соотношение оказывает влияние различие температуры и осадков за разные месяцы, т. е. рассмотреть влияние фактора «месяц» в частном виде при исключении влияния температуры и осадков.

Эта задача была решена с помощью ковариационного анализа, результаты которого приведены в табл. 6. Из приведенных в этой таблице данных можно видеть, что влияние фактора «месяц» на изменение уровня грунтовых вод с учетом влияния температуры и осадков для всех точек наблюдения выявлено с вероятностью, превышающей 95%. Любопытно отметить, что минимальное значение  $F$ -критерия влияния фактора «месяц» получено для скважины 87, а не 81, что имело место при дисперсионном анализе (см. табл. 1).

Совместное влияние температуры и осадков так же, как влияние фактора «месяц», выявлено с вероятностью, превышающей 95%. По соотношению коэффициентов регрессии изменения уровня воды на температуру и осадки можно видеть, что влияние температуры равномерно убывает, а влияние осадков равномерно возрастает по мере удаления точки наблюде-



Результаты ковариационного анализа влияния факторов:  
«месяц» (М), «температура воздуха» (Т) и «осадки» (Ос)  
на изменение уровня грунтовых вод в теплый период года

Статистические показатели	Факторы	Скважины					
		расстояние до водохранилища, м					
		Водохр. 0	80 77	87 186	81 317	82 473	8 613
Средний квадрат	Т+Ос	7378	4719	7254	16998	34227	34968
	М	57260	13785	1726	1465	6954	11233
	Ошибка	1648	625	530	263	488	1257
Число степеней свободы	Т+Ос	2	2	2	2	2	2
	М	4	4	4	4	4	4
	Ошибка	68	38	68	68	68	68
Дисперсионное отношение (F)	Т+Ос	4,49	7,55	13,69	64,68	70,06	27,82
	М	34,75	22,05	3,26	5,57	14,23	8,94
Стандартное значе- ние дисперсионно- го отношения (F') при вероятности влияния 95%	Т+Ос	3,13	3,30	3,13	3,13	3,13	3,13
	М	2,51	2,67	2,51	2,51	2,51	2,51
Коэффициент регрес- сии изменения уровня на факторы	Т	-8,37	-6,61	-1,89	-1,40	-1,51	-1,99
	Ос	0,007	0,236	0,393	0,638	0,862	0,915
Ошибка коэффици- ента регрессии изменения уровня на факторы	Т	2,95	2,43	1,68	1,18	1,61	2,58
	Ос	0,152	0,114	0,086	0,061	0,083	0,133
Фактические значе- ния t-критерия Стьюдента досто- верности регрес- сии на факторы	Т	2,83	2,72	1,12	1,19	0,94	0,77
	Ос	0,05	2,06	4,56	10,5	10,4	6,90
Стандартные значе- ния t-критерия Стьюдента при вероятности влия- ния факторов							
	95%	1,99	2,02	1,99	1,99	1,99	1,99
	99%	2,65	2,71	2,65	2,65	2,65	2,65
	99,9%	3,44	3,57	3,44	3,44	3,44	3,44



Результаты ковариационного анализа влияния факторов:  
«месяц» (М) и «температура воздуха» (Т) на изменение  
уровня грунтовых вод в холодный период года

Статистические показатели	Факторы	Скважины					
		расстояния до водохранилища. м					
		Водохр. 0	80 77	87 186	81 317	82 473	83 613
Средний квадрат	Т	10054	1376	3176	3285	6778	7928
	М	102298	4673	8704	12297	8161	5342
	Ошибка	1963	423	371	537	1221	882
Число степеней свободы	Т	1	1	1	1	1	1
	М	6	6	6	6	6	6
	Ошибка	97	55	97	97	97	83
Дисперсионное отношение (F)	Т	5,12	3,24	8,56	6,11	5,55	8,99
	М	51,1	11,0	23,5	22,9	6,71	6,06
Стандартное значе- ние дисперсионно- го отношения (F') при вероятности влияния 95%	Т	3,94	4,02	3,94	3,94	3,94	3,95
	М	2,19	2,27	2,19	2,19	2,19	2,21
Коэффициент регрес- сии изменения уровня на факторы	Т	2,89	1,35	1,62	1,65	2,37	2,84
Ошибка коэффици- ента регрессии		1,28	0,75	0,55	0,67	1,01	0,95
Фактическое значе- ние t-критерия Стьюдента досто- верности регрес- сии на факторы	Т	2,25	1,80	2,93	2,47	2,36	3,00
Стандартные зна- чения t-критерия Стьюдента при вероятности на- личия регрессии							
95%		1,99	2,00	1,99	1,99	1,99	1,99
99%		2,63	2,67	2,63	2,63	2,63	2,64
99,9%		3,39	3,48	3,39	3,39	3,39	3,41



ния от водохранилища. Влияние осадков на изменение уровня водохранилища ничтожно, в то время как влияние температуры выявлено с вероятностью превышающей 99%. Для наиболее близко расположенной к водохранилищу скважины 80 влияние температуры выявлено с вероятностью превышающей 99%, но здесь уже существенно (с вероятностью более 95%) влияние осадков. Для остальных точек наблюдения влияние температуры недостоверно (вероятность менее 95%). Производя интерполяцию между значениями  $t$ -критерия влияния температуры на изменение уровня грунтовых вод для скважин 80 и 87, можно оценить ширину прибрежной полосы, на которой влияние температуры на изменение уровня имеет вероятность более 95%. Ширина такой зоны составляет около 100—150 м. Ширина прибрежной зоны, на которой осадки практически не влияют на изменение уровня грунтовых вод значительно меньше — порядка 50—75 м. Поскольку скважина 80 расположена примерно в 30 м от бровки берегового обрыва, практически на данном участке зона незначимого влияния осадков на изменение уровня грунтовых вод ограничивается прибрежной отмелью. По скважинам 87, 81, 82 и 83 влияние осадков на изменение уровня грунтовых вод доказано с вероятностью, превышающей 99,9%.

В табл. 7 приведены результаты ковариационного анализа влияния фактора «месяц» на изменение уровня воды в холодный период года с учетом влияния температуры. Влияние температуры на изменение уровня воды установлено с вероятностью, превышающей 95% для всех точек наблюдения, кроме скважины 80, а влияние фактора «месяц» существенно для всех точек наблюдения.

По сравнению с интерпретацией влияния температуры или осадков, интерпретация влияния фактора «месяц» более сложна, поскольку в последнем случае причины частных различий изучаемого показателя по месяцам, т. е. факторы не в статистическом, а в обычном смысле слова, выступают в неявной форме. Хотя бы отчасти выявить эти причины можно на основании рассмотрения частных значений изучаемого показателя по месяцам, представленных в табл. 8. «Исключение» влияния факторов температуры и осадков заключалось в том, что с помощью найденных оценок коэффициентов регрессии были вычислены такие значения изменения уровня, которые имели бы место в том случае, если бы температура в течение периода не менялась, а суммы осадков за все месяцы были бы равны. Оказывается, что и в этом случае изменения уровня воды в разные месяцы оказываются существенно различными.

Какие же реальные факторы могли вызвать эти различия? Очевидно, для водохранилища это соотношение притока воды и его расхода, а для грунтовых вод — это не только соотношение прихода и расхода, но и потери запасов почвенной влаги



Средние месячные изменения уровня воды в скважинах и водохранилище с внесением поправок на регрессию изменений уровня на температуру (для холодного периода) и на температуру и осадки (для теплого периода)

Месяцы	Точки наблюдения за уровнем воды					
	расстояние от них до водохранилища, м					
	Водохр. 0	80 77	87 186	81 317	82 473	83 613

*Изменение уровня (в см) за теплый период*

Май	+99,6	+67,6	+17,0	-19,6	-34,8	-51,6
Июнь	+ 1,6	+11,9	+ 0,1	-18,6	-20,2	-17,6
Июль	- 1,0	- 2,4	- 6,7	-17,7	-24,9	-10,5
Август	-20,3	- 4,1	-14,7	- 9,5	- 7,6	- 3,5
Сентябрь	-71,5	-40,7	- 7,3	+ 6,2	+14,9	+24,4
В целом за период	+ 8,3	+ 32,2	-11,7	-61,8	-72,7	-58,9
Ошибка	±10,5	± 8,3	± 5,9	± 4,2	±5,7	± 9,8

Средняя температура за период — +14,0°.

Среднемесячная сумма осадков за период — 64,1 мм.

*Изменение уровня (в см) за холодный период*

Октябрь	-44,0	-15,3	-10,2	+ 3,8	+ 4,4	- 2,1
Ноябрь	-18,9	-13,1	-14,3	-17,0	-18,9	-14,0
Декабрь	-33,5	-12,5	- 1,1	- 7,1	- 2,7	+ 2,8
Январь	-40,8	-17,9	-16,5	- 8,4	- 0,2	+ 0,7
Февраль	-41,8	-15,9	- 7,1	- 3,0	+ 3,2	+10,0
Март	-38,9	-19,8	- 4,9	+10,9	+26,9	+31,0
Апрель	+198,6	+49,8	+58,8	+77,8	+57,0	+45,0
В целом за период	-19,3	-44,7	+ 4,5	+57,0	+69,7	+73,5
Ошибка	±11,1	± 6,9	± 5,0	± 6,0	± 9,0	± 7,6

Средняя температура за период — -4,7°.

на суммарное испарение, которое резко возрастает в период бурного развития растительности.

Учитывая вышеизложенные соображения, из табл. 8 можно видеть, что в апреле и мае происходит накопление запасов воды в водохранилище, сохранение воды имеет место в июне-июле, а с августа начинается расходование накопленных запасов. Запасы грунтовых вод на водораздельных участках накапливаются главным образом в марте-апреле, а расходуются в



мае, июне и июле, что связано, главным образом, с сезонными изменениями растительности.

Говоря о «частных» (при исключении влияния температуры) изменениях уровня грунтовых вод, следует иметь в виду, что влияние температуры учитывалось количественно. Однако влияние температуры на изменения уровня грунтовых вод существенно меняется при переходе ее через качественный рубеж —  $0^{\circ}\text{C}$ . Вот это-то качественное изменение влияния температуры и не может быть выявлено путем нахождения регрессии и выступает в форме влияния качественного фактора «месяц». Другим реальным фактором, скрывающимся за ширмой формального фактора «месяц», по-видимому, является снежный покров. При одинаковых повышениях температуры поступление воды в почву будет большим при больших запасах воды в снеге, а поскольку наибольшие запасы воды в снеге бывают в марте, при одинаковой температуре воздуха в марте в почву может поступить больше воды, чем например, в ноябре. Однако этим влияние снежного покрова не ограничивается. Общеизвестно, что снежный покров обладает высокими теплоизоляционными свойствами. Благодаря этому при достаточно мощном снеговом покрове происходит частичное оттаивание почвы, способствующее частичному поступлению воды в грунт. Влиянием снежного покрова можно объяснить наблюдающееся по скважине 83 постепенное усиление повышения уровня грунтовых вод с декабря по апрель.

При сравнении хода частных изменений уровня грунтовых вод в различных точках наблюдения, можно видеть, что он постепенно меняется от весьма близкого к режиму водохранилища у самого берега (скважина 80) к водораздельному (скважина 83).

### Заключение

В результате анализа изменения уровня грунтовых вод установлено, что на одном из участков побережья в период с мая по сентябрь на изменение уровня грунтовых вод достоверное влияние оказывают осадки и фактор «месяц», который может быть интерпретирован как влияние сезонной динамики развития растительности. В период с октября по апрель на изменение уровня грунтовых вод оказывает достоверное влияние «температура» и фактор «месяц». Влияние последнего фактора в холодный период года может быть интерпретировано как влияние снегового покрова.

Среднемноголетний сезонный ход изменений уровня меняется по мере удаления от берега свойственного водохранилищу к водораздельному постепенно, что свидетельствует о наличии влияния водохранилища на изменение уровня грунтовых вод. Вместе с тем достоверного влияния превышения уровня грунтовых вод над уровнем водохранилища на месячное изменение положения грунтовых вод не установлено. Это объясняется



гем, что для проявления действия подпора или дренажа на изменение уровня грунтовых вод в разных точках требуются различные промежутки времени, а примененная схема анализа не позволяла произвести учет фактора времени.

#### ЛИТЕРАТУРА

Бейли Н. Статистические методы в биологии, М., изд-во «Иностранная литература», 1962.

Кудинов К. А. Влияние Рыбинского водохранилища на уровень грунтовых вод. (Сообщение 1. Изменение положения грунтовых вод, вызванное водохранилищем). Труды Дарвинского гос. заповедника, вып. X, Вологда, Северо-Западное книжное изд-во, 1971.

Плохинский Н. А. Дисперсионный анализ. Новосибирск, изд-ние Сибирского отделения АН СССР, 1960.

Шеффе Г. Дисперсионный анализ. М., Гос. изд-во физико-математической литературы, 1963.

---



Изменения уровня грунтовых вод в скважине 80 за отдельные месяцы, см

Годы	Месяцы												Сумма за год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1954	-41	-44	-28	16	48	-25	- 3	-17	-15	- 6	6	-20	-129
1955	-21	-19	-18	30	192	28	-35	-28	-33	-22	-22	-28	24
1956	-42	-27	-28	3	134	27	3	25	7	- 6	-27	- 8	61
1957	-22	-35	-14	62	55	15	-24	-24	- 7	24	-14	-24	- 8
1958	-20	-21	-55	31	121	29	-37	-13	-18	11	-20	-24	-16
1959	-20	-19	-38	83	74	13	-17	-30	-25	- 9	- 4	-27	-19
1966	-30	-21	3	155	13	-25	-16	-19	-29	-10	- 8	- 9	4
1967	-34	-13	-11	78	60	-14	-36	-22	-20	- 3	0	-15	-30
1968	-14	-21	11	71	64	-18	-23	-24	-21	- 8	- 1	-15	1
Средн.	-27,1	-24,4	-19,8	58,8	84,6	3,3	-20,9	-16,9	-17,9	- 3,2	-10,0	-18,9	-12,4



## Изменения уровня грунтовых вод в скважине 87 за отдельные месяцы, см

Годы	Месяцы												Сумма за год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1954	—45	—24	—13	27	26	—26	18	—36	—16	8	1	—25	—105
1955	—13	—10	—13	100	60	32	—52	—26	—6	—16	—1	—14	41
1956	—60	—25	—20	50	70	—10	10	40	0	23	—62	14	30
1957	—26	—24	—10	96	—22	23	—52	—8	17	23	—17	7	7
1958	—26	—22	—44	90	17	25	—45	21	—8	14	—18	—34	—30
1959	—22	—12	—3	86	—15	17	—21	—33	—3	25	—29	—16	—26
1960	—21	—20	—12	59	8	—28	—27	—15	—10	—5	7	80	16
1961	—61	—10	15	56	38	—19	27	15	—14	—9	—24	—15	—1
1962	—17	—16	—19	94	16	14	—17	—14	4	6	3	—35	19
1963	—31	—20	—22	40	12	16	—12	—18	—18	—11	—8	—1	—73
1964	—23	—16	—6	33	45	—13	86	—109	—9	—9	1	5	—15
1965	—12	—11	—6	59	18	10	—2	2	—4	4	—10	—7	41
1966	—19	—16	21	131	—19	—15	—8	5	—17	—8	—16	—25	14
1967	—20	—13	—2	78	7	—12	—34	—12	—12	14	2	—23	—27
1968	—13	—13	34	43	22	—21	—2	—25	—12	3	—2	—13	1
Средн.	—27,3	—16,8	—6,7	69,5	18,9	—0,5	—8,7	—14,2	—7,2	4,1	—11,5	—6,8	—7,2



Изменения уровня грунтовых вод в скважине 81 за отдельные месяцы, см

Годы	Месяцы												Сумма за год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1954	-32	-24	11	52	-19	-19	33	-44	-7	43	-29	-19	-54
1955	-14	-9	-8	173	-32	-1	-47	-32	0	-20	6	-24	-8
1956	-26	-20	-12	90	31	-46	3	66	-9	-13	-18	14	-60
1957	-26	-18	-17	119	-58	18	-66	-14	38	37	-27	4	-10
1958	-33	-14	-16	143	-57	21	-52	22	5	34	-51	-22	-20
1959	-10	-12	-8	109	-61	14	-33	-35	10	35	-27	-29	-47
1960	-1	-16	-1	90	-27	-45	-34	-11	-1	7	23	11	-5
1961	-10	-2	31	47	7	-34	42	15	-15	32	-63	-13	37
1962	-14	-9	-13	109	-6	6	-33	-16	12	17	5	-45	13
1963	-31	-14	-14	73	-19	29	-33	-18	-19	11	-14	-15	-64
1964	-12	-10	-10	67	38	-52	-18	-1	-4	12	3	11	24
1965	-23	-6	9	83	-22	-36	-3	-5	9	27	-18	9	24
1966	-25	-21	59	86	-42	-19	-3	20	-3	-7	-8	-40	-3
1967	-18	-10	43	82	-55	-40	-33	2	-9	37	5	-23	-19
1968	-15	-8	83	7	-9	-48	11	-28	-6	24	1	-12	0
Средн.	-19,3	-12,9	9,1	88,7	-22,1	-16,8	-17,7	-5,3	0,06	18,4	-14,1	-12,9	-4,8



Изменения уровня грунтовых вод в скважине 82 за отдельные месяцы, см

Годы	Месяцы												Сумма за год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1954	-31	-17	7	70	-34	-27	63	-63	21	38	-46	- 2	-21
1955	-16	- 5	1	142	-47	-13	-62	-25	16	-11	12	-22	-30
1956	-24	-16	- 7	75	17	-48	23	75	-15	-10	-21	36	85
1957	-36	-15	-19	102	-79	24	-72	- 8	41	66	-52	-12	-60
1958	- 6	-10	-17	132	-81	30	-64	48	8	58	-56	-29	13
1959	2	-21	- 7	113	-95	24	-40	-29	15	44	-36	-18	-48
1960	- 2	-16	8	83	-42	-49	-33	1	- 2	17	15	24	4
1961	-13	9	38	31	- 7	-43	55	13	-19	8	-36	-11	25
1962	- 1	-15	-11	106	- 3	-10	-41	-15	17	22	13	-47	15
1963	-35	-11	-13	87	-49	101	-101	-17	-16	23	- 6	-22	-59
1964	-20	-10	0	79	26	-68	- 17	6	2	25	0	- 7	16
1965	- 4	- 4	0	103	-19	-72	7	-17	15	32	-28	16	29
1966	-19	-22	204	-68	-72	-20	4	33	7	- 2	- 3	-46	- 4
1967	-17	- 6	68	65	-87	-29	- 42	8	- 8	41	12	-19	-14
1968	-16	- 5	113	-31	-19	-56	16	-27	- 4	29	9	- 5	4
Средн.	-15,9	-10,9	24,3	72,6	-39,4	-17,1	-20,3	- 1,1	5,2	25,3	-15,5	-10,9	- 3,0



Изменения уровня грунтовых вод в скважине 83 за отдельные месяцы, см

Годы	Месяцы												Сумма за год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1954	-25	-17	19	63	-59	-16	90	-85	50	1	-29	14	6
1955	-18	-13	5	95	-15	-15	-78	-27	38	-13	4	-9	-46
1956	-21	-19	-1	114	-58	-40	40	65	-25	5	-15	0	45
1957	—	—	—	—	-83	44	102	16	70	41	-49	-11	-22
1958	-16	-7	-33	126	-96	49	-83	73	21	—	—	—	—
1959	—	—	—	—	-86	49	-79	-24	33	—	—	—	—
1960	-2	-17	-7	90	-52	-52	-40	5	17	33	5	30	10
1961	-15	10	66	2	-23	-49	68	14	-18	4	-30	-8	21
1962	-5	-9	-8	79	-42	27	-27	-19	23	41	-6	-47	7
1963	-37	-14	10	107	-89	104	-109	-10	-7	34	-8	-18	-57
1964	-24	-7	0	112	-9	-95	0	9	4	34	-1	16	39
1965	-14	-6	33	55	-15	-94	20	-25	21	41	-18	35	33
1966	-45	-16	104	15	-94	-19	4	48	13	0	0	-45	-35
1967	-20	-2	85	25	-84	-46	-40	30	-10	48	18	-17	-13
1968	-17	-2	117	-50	-23	-71	29	-31	3	43	17	-10	5
Средн. *	19,9	-9,9	28,5	64,1	-55,2	-14,9	-6,9	2,6	15,5	24,0	-8,6	-5,4	3,2

\* Данные за I—IV и X—XII приведены в среднем за 13 лет (за вычетом пропусков, вызванных замерзанием воды в скважине), данные за V—IX и за год приведены в среднем за все 15 лет.



## Изменение уровня водохранилища

Годы	Месяцы											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1954	77	107	42	—90	—75	17	58	6	45	2	—13	73
1955	73	23	12	—194	—285	20	46	45	66	58	63	74
1956	105	68	15	—210	—259	6	14	—24	46	—23	28	48
1957	83	57	14	—52	—234	— 8	25	44	24	—20	18	60
1958	57	82	139	—249	—204	19	51	44	41	11	—13	45
1959	68	67	48	—314	— 78	2	26	64	44	25	29	48
1960	71	85	86	—238	— 73	22	50	37	—21	20	4	—55
1961	10	37	18	—192	— 87	31	0	27	14	49	29	69
1962	55	61	63	—321	— 70	16	— 6	50	3	15	6	80
1963	98	51	54	—155	— 77	9	—15	55	56	35	41	53
1964	16	45	18	—144	—146	6	59	43	43	38	6	6
1965	26	27	—6	—133	—162	—45	13	20	56	24	23	9
1966	56	81	105	—432	2	32	34	58	64	— 8	24	65
1967	52	28	—4	—237	— 78	26	47	51	60	25	— 7	32
1968	52	65	26	—303	— 80	28	44	40	53	26	2	46



Средняя месячная температура воздуха за 1954—1968 гг.

Годы	Месяцы												Ср. за год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1954	—13,4	—15,2	—3,9	1,0	10,8	17,1	20,2	16,4	10,9	4,2	—2,2	— 4,9	3,4
1955	— 8,5	—10,3	—8,6	—1,2	8,6	13,1	17,0	17,2	13,2	6,5	—4,2	—19,4	2,0
1956	—13,2	—20,0	—6,5	—0,4	9,4	18,6	14,3	14,1	7,8	3,3	—6,4	— 4,9	1,3
1957	— 6,4	— 2,9	—9,2	2,8	12,0	13,9	18,3	16,6	11,2	4,4	—1,1	— 4,9	4,6
1958	— 9,3	—10,9	—9,3	0,5	9,8	13,8	16,9	14,8	8,3	5,0	—0,2	—10,8	2,3
1959	— 5,6	— 6,4	—2,7	2,5	10,0	16,3	19,1	16,6	8,2	0,7	—5,5	—10,8	3,5
1960	—13,6	—11,4	—6,7	2,4	10,4	17,3	21,0	16,0	9,0	1,4	—4,6	— 1,2	3,3
1961	— 7,2	— 3,1	—1,4	0,7	10,4	18,3	17,9	15,7	8,7	5,2	—3,3	— 8,9	4,4
1962	— 5,6	— 7,8	—8,7	4,7	11,2	12,6	16,4	14,0	10,2	5,2	0,4	— 8,5	3,7
1963	—18,5	—12,9	—12,5	1,7	15,4	12,6	18,0	16,8	12,7	4,9	—1,2	— 9,1	2,6
1964	— 8,0	—11,0	—8,8	1,9	10,3	16,8	18,5	15,2	10,4	6,3	—4,4	— 5,4	3,5
1965	—10,8	—13,2	—4,8	0,8	7,8	15,4	15,6	14,9	12,7	3,6	—7,9	— 3,5	2,6
1966	—16,4	—14,8	—2,3	2,9	12,6	16,2	18,1	15,6	8,6	4,2	—0,7	—12,0	2,7
1967	—15,8	—11,0	—0,4	4,3	13,4	15,6	17,2	17,7	10,6	7,4	0,3	—12,0	3,9
1968	—19,3	— 9,6	—2,4	2,7	10,4	17,0	14,8	16,6	9,8	1,5	—3,6	— 6,8	2,6
Средн.	—11,3	—10,7	—5,8	1,9	10,7	15,7	17,5	16,1	10,2	4,1	—3,0	— 8,2	3,1



## Суммы осадков по месяцам за 1954—1968 годы

Годы	Месяцы												Сумма за год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1954	12,4	7,9	6,9	15,7	31,3	69,2	163,5	30,8	37,5	68,1	20,1	24,7	488,1
1955	34,3	24,7	29,9	29,9	87,9	113,1	45,3	57,6	31,5	51,2	30,2	11,5	547,1
1956	12,6	6,4	9,7	75,2	31,8	32,1	95,9	169,8	23,3	40,0	21,8	19,4	538,0
1957	24,4	26,1	11,7	28,6	33,3	89,1	19,2	58,0	88,8	83,0	16,7	16,7	495,6
1958	22,0	26,3	8,5	49,6	31,9	120,4	29,5	96,6	60,7	77,7	18,7	37,6	579,5
1959	37,0	20,0	14,0	31,2	21,5	104,5	76,6	36,9	39,0	61,6	10,6	33,5	486,3
1960	25,7	16,8	9,6	8,0	46,3	21,1	6,5	71,3	66,9	29,2	27,8	54,0	383,2
1961	26,2	13,0	41,9	33,0	85,3	75,2	126,8	102,8	48,1	20,2	30,8	38,8	642,1
1962	27,2	14,5	31,6	21,0	80,7	78,9	66,5	49,4	55,3	51,6	24,9	24,5	526,1
1963	16,8	16,6	23,0	8,3	29,1	128,7	83,4	64,0	16,8	44,9	19,3	22,4	473,3
1964	20,7	33,4	12,5	17,9	79,5	24,8	62,0	82,1	38,3	43,4	43,7	49,0	507,3
1965	29,3	29,4	33,0	0,2	67,1	35,0	107,9	57,7	60,8	50,0	28,8	65,7	564,9
1966	48,0	33,1	75,3	43,4	53,2	74,9	123,6	104,7	62,8	42,3	14,0	39,3	714,6
1967	19,1	9,2	26,8	58,8	42,9	62,4	26,0	87,5	37,4	84,7	45,5	47,1	547,4
1968	43,5	13,0	13,8	54,4	74,3	30,8	101,3	58,4	24,1	83,8	55,6	29,9	582,9
Средн.	26,6	19,3	23,3	31,7	53,1	70,6	75,6	75,3	46,1	55,5	27,4	34,3	538,8



**Превышение уровня воды в скважине № 80 над уровнем водохранилища  
на последний день предшествующего месяца**

Годы	Месяцы											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1954	83	119	182	196	95	87	142	131	161	157	150	150
1955	203	255	259	253	89	— 4	44	55	72	105	141	182
1956	228	291	332	319	112	—13	20	37	38	91	62	63
1957	103	164	186	196	17	24	25	45	62	66	66	70
1958	106	143	204	288	70	—13	35	49	80	103	125	92
1959	113	161	209	219	—12	—16	—1	8	42	61	97	102
1966	89	115	175	283	6	21	28	46	85	120	102	118
1967	174	182	207	192	33	15	27	38	67	107	129	122
1968	139	177	221	258	26	10	20	41	57	89	107	108



Превышение уровня воды в скважине № 87 над уровнем водохранилища  
на последний день предшествующего месяца

Годы	Месяцы											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1954	142	174	257	286	223	174	165	241	211	240	250	238
1955	286	346	359	358	264	39	91	85	104	164	206	268
1956	328	373	416	411	251	62	58	82	98	144	144	110
1957	172	229	262	266	310	54	69	42	78	119	122	123
1958	190	221	281	376	217	30	74	80	145	178	203	172
1959	183	229	284	329	101	8	27	32	63	104	154	154
1960	186	236	301	375	196	131	125	148	170	139	154	165
1961	190	139	166	199	63	14	26	53	95	95	135	140
1962	194	232	277	321	94	40	70	47	83	90	111	120
1963	165	232	263	295	180	115	140	113	150	188	212	215
1964	267	260	289	301	190	89	82	227	161	195	224	231
1965	242	256	272	260	186	42	7	18	40	92	120	133
1966	135	172	237	363	62	45	62	88	151	198	182	190
1967	230	262	277	271	112	41	55	68	107	155	194	189
1968	198	237	289	349	89	31	38	80	95	136	165	165



**Превышение уровня воды в скважине № 81 над уровнем водохранилища  
на последний день предшествующего месяца**

Годы	Месяцы											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1954	178	223	306	359	321	227	225	316	278	316	361	319
1955	373	432	446	450	439	112	131	130	143	209	247	316
1956	366	445	493	496	376	148	108	125	167	204	168	178
1957	240	297	336	333	400	108	118	77	107	169	186	177
1958	241	265	333	456	350	89	129	128	194	240	285	221
1959	244	302	357	397	192	53	69	62	91	145	205	207
1960	226	296	365	450	302	202	279	195	221	199	226	253
1961	209	209	244	293	148	68	65	107	149	148	229	195
1962	251	292	344	394	182	106	128	89	123	138	170	181
1963	216	283	320	360	278	182	220	272	209	246	292	289
1964	327	331	366	374	297	189	243	184	226	265	315	324
1965	341	344	365	368	318	134	53	63	78	143	194	199
1966	217	248	308	472	126	86	99	130	208	269	254	270
1967	295	329	347	386	231	98	84	98	151	202	264	262
1968	271	308	365	474	178	89	69	124	136	183	233	236



**Превышение уровня воды в скважине № 82 над уровнем водохранилища  
на последний день предшествующего месяца**

Годы	Месяцы											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1954	194	240	330	379	359	250	240	361	304	370	410	351
1955	422	479	497	510	458	126	133	117	137	219	266	341
1956	393	474	526	534	399	157	115	152	203	234	201	208
1957	292	339	381	376	426	113	129	82	118	183	229	195
1958	243	294	366	488	371	86	135	122	214	263	332	263
1959	279	349	395	436	235	62	88	74	109	168	237	230
1960	260	329	398	492	337	222	195	212	250	227	264	283
1961	252	249	295	351	190	96	84	139	179	174	231	224
1962	282	336	382	434	219	146	152	105	140	160	197	216
1963	249	312	352	393	325	199	309	193	231	271	329	334
1964	365	361	396	414	349	229	167	209	258	303	366	372
1965	371	393	416	410	380	199	82	102	105	176	232	227
1966	252	289	348	657	157	87	99	137	228	299	289	310
1967	329	364	386	450	278	113	110	115	174	226	292	297
1968	310	346	406	545	211	112	84	144	157	206	261	272



**Превышение уровня воды в скважине № 83 над уровнем водохранилища  
на последний день предшествующего месяца**

Годы	Месяцы											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1954	205	257	347	408	381	247	248	396	317	412	415	373
1955	460	515	525	542	443	143	148	116	134	238	283	350
1956	415	499	548	562	466	149	115	169	210	231	213	226
1957	—	—	—	—	428	111	147	70	130	224	245	214
1958	263	316	391	497	374	74	142	110	227	—	—	—
1959	—	—	—	—	227	63	114	61	101	—	—	—
1960	274	343	411	490	342	217	187	197	239	235	288	297
1961	272	267	314	398	208	98	80	148	189	185	238	237
1962	298	348	400	455	213	101	144	111	142	168	224	224
1963	257	318	355	399	351	185	298	174	219	268	337	340
1964	375	367	405	423	391	236	147	206	258	305	377	382
1965	404	416	437	464	386	209	70	103	98	175	240	245
1966	289	300	365	574	157	65	78	116	222	299	291	315
1967	335	367	393	474	262	100	80	87	168	218	291	302
1968	317	352	415	558	205	102	59	132	141	197	266	285



**Среднемесячное превышение уровня воды в скважине № 80  
над уровнем водохранилища**

Годы	Месяцы											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1954	98	156	200	161	103	88	94	125	149	166	143	177
1955	237	253	255	233	—24	31	—53	70	82	125	161	211
1956	268	327	325	286	—20	2	26	50	69	78	62	80
1957	133	177	190	150	—6	12	11	34	61	74	61	83
1958	121	173	244	261	2	12	43	64	94	107	93	99
1959	135	191	217	142	—23	—6	13	29	53	69	98	111
1966	90	145	227	157	8	19	45	67	101	93	114	144
1967	181	201	199	114	10	39	34	57	86	119	128	130
1968	150	203	202	206	13	15	33	49	75	108	103	118



**Среднемесячное превышение уровня воды в скважине № 87  
над уровнем водохранилища**

Годы	Месяцы											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1954	155	221	281	261	200	170	171	210	240	254	238	257
1955	324	345	356	18	73	87	102	119	184	239	239	306
1956	358	409	414	396	110	51	69	104	125	149	124	138
1957	196	252	266	260	48	51	38	60	105	134	120	139
1958	203	250	320	376	90	58	75	112	156	183	174	195
1959	230	261	312	262	24	15	36	43	86	123	170	171
1960	203	236	343	313	157	128	135	157	156	147	160	161
1961	128	153	180	117	15	14	48	87	95	110	134	159
1962	272	257	292	245	67	42	47	49	91	102	90	144
1963	197	254	272	274	141	130	119	132	173	203	217	237
1964	269	290	294	269	134	80	131	143	187	207	222	238
1965	245	275	285	255	108	24	3	33	69	109	125	145
1966	149	207	297	242	43	46	85	123	171	179	185	210
1967	181	271	284	205	53	50	62	94	131	173	195	193
1968	209	271	277	195	52	32	59	86	116	161	162	175



**Среднемесячное превышение уровня воды в скважине № 81  
над уровнем водохранилища**

Годы	Месяцы											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1954	197	269	338	349	280	230	218	279	302	346	333	338
1955	409	435	447	471	188	129	123	147	158	222	290	345
1956	413	484	494	490	224	117	121	163	189	191	171	201
1957	260	322	340	360	116	100	85	91	146	192	177	191
1958	248	299	390	463	176	116	124	159	210	253	234	233
1959	271	333	385	402	84	52	86	76	122	170	264	284
1960	257	327	409	412	246	192	180	206	211	215	239	235
1961	207	226	265	252	93	58	100	129	150	181	190	227
1962	275	356	358	345	137	94	92	85	136	153	165	196
1963	247	309	333	350	224	204	200	196	229	273	297	303
1964	341	330	368	362	253	157	172	207	244	285	324	340
1965	342	365	382	377	210	82	51	86	119	174	198	223
1966	227	280	384	351	94	100	125	172	231	250	256	278
1967	313	340	360	332	136	101	95	126	174	231	202	267
1968	281	344	364	302	131	74	94	132	157	219	232	244



**Среднемесечное превышение уровня воды в скважине № 82  
над уровнем водохранилища**

Годы	Месяцы											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1954	213	288	364	377	304	245	236	309	332	394	377	379
1955	457	483	497	537	213	148	120	140	156	231	315	371
1956	442	513	529	532	246	120	142	197	219	224	203	250
1957	303	367	381	403	133	110	89	104	168	227	207	214
1958	265	332	425	495	195	125	123	169	232	291	273	274
1959	308	379	423	401	103	65	90	79	143	197	238	249
1960	289	361	445	450	271	232	200	224	238	251	275	276
1961	250	276	316	312	141	82	138	161	181	192	219	259
1962	312	363	400	379	163	104	106	96	157	181	190	228
1963	276	340	366	390	250	231	237	221	250	307	340	344
1964	376	394	404	413	309	186	200	237	279	329	372	372
1965	378	416	432	439	260	129	86	121	152	217	232	257
1966	266	318	444	406	111	92	137	189	256	284	293	319
1967	348	393	408	61	168	117	144	199	258	299	306	306
1968	319	386	409	360	163	93	111	145	178	245	262	287



**Среднемесячное превышение уровня воды в скважине № 83  
над уровнем водохранилища**

Годы	Месяцы											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1954	224	306	381	413	326	258	238	325	352	414	400	408
1955	488	517	529	554	203	152	125	143	163	253	328	388
1956	467	537	553	579	276	109	155	207	236	235	218	244
1957	—	—	—	—	134	110	94	106	188	279	228	232
1958	285	355	434	509	193	130	118	168	242	—	—	—
1959	—	—	—	—	98	61	104	67	142	—	—	—
1960	304	373	456	478	271	195	183	213	244	261	287	293
1961	271	290	345	338	145	78	138	165	188	194	228	277
1962	330	362	419	395	157	100	108	90	163	190	208	251
1963	282	345	372	413	248	230	231	212	237	311	351	354
1964	385	402	414	443	324	174	189	232	281	343	384	414
1965	408	438	457	469	270	123	79	124	155	222	240	303
1966	285	335	454	365	96	64	124	178	251	280	297	315
1967	354	380	426	380	157	88	87	122	188	256	303	309
1968	326	395	424	353	159	73	95	133	163	242	266	286



К. А. КУДИНОВ

## МАТЕРИАЛЫ ПО СТРОЕНИЮ КОРНЕВЫХ СИСТЕМ СОСНЫ И ЕЛИ НА ПОВЕРЕЖЬЯХ ВОДОХРАНИЛИЩА

К настоящему времени накоплено большое количество сведений о строении корневых систем древесных пород и особенно много данных опубликовано по сосне. После работ Н. А. Качинского (1926, цит. по П. С. Погребняку, 1968) господствует представление о максимальном сосредоточении активных корневых окончаний в поверхностном слое почвы. Следует все же отметить, что подавляющее большинство исследований, свидетельствующих в пользу этой точки зрения, выполнено в молодых культурах (которые не могли еще полностью освоить толщу почвы) или в насаждениях на почвах, характеризующихся довольно четко выраженным ухудшением условий аэрации или запасов элементов минерального питания по профилю почвы: дерново-подзолистых, серых лесных, черноземах и заболоченных. А. П. Шиманюк (1950) указывает, что сравнительно неглубокое проникновение в почву корней сосны в лесах Подмосковья обусловлено не свойствами этой породы, а неблагоприятными физическими и химическими свойствами прослоек почвы, залегающих на глубине 1 м, поскольку при их разрушении (например на железнодорожных карьерах) корни сосны углубляются на значительно большую глубину. Отмечено, что в песчаных почвах Казахстана корни сосны проникают на глубину до 5—6 м и более (Гаель, Воронков, 1965). Очень мало фактического материала о строении корневых систем на песчаных подзолистых почвах, где основные запасы элементов минерального питания располагаются в иллювиальных горизонтах, характеризующихся удовлетворительной аэрацией. Поэтому материалы Дарвинского заповедника по строению корневых систем представляют определенный интерес. В настоящем сообщении использованы материалы, полученные при раскопках корневых систем, выполненных автором в 1963—1967 гг. и геоботаником 3-й Московской аэрофото-лесоустроительной экспедиции Всесоюзного объединения «Леспроект» И. Н. Яковлевой в 1955 г.

Пластичность корневой системы сосны общеизвестна. М. Е. Ткаченко (1955) выделяет 4 формы корневой системы сосны. Ряд исследователей придает большое значение способности сосны



образовывать так называемые якорные корни. «Роль стержневого корня с возрастом уменьшается, становится ничтожной, по сравнению со значением многочисленных боковых вертикальных и косо-вертикальных якорных корней», — говорит П. С. Погребняк (1968, стр. 230). Якорные корни обеспечивают механическую устойчивость дерева (Bieberlieter, 1963; Погребняк, 1968 и др.) и «выполняют важнейшую функцию снабжения дерева влагой и пищей из почвогрунта, особенно в жаркую и засушливую пору лета, когда доступная влага в верхних горизонтах почвы исчерпывается» (Погребняк, 1968, стр. 231).

В связи с этим нами была принята следующая классификация корневых систем по их форме (архитектонике).

1. «С» — стержневая: стержневой корень более, чем боковые, углубляется в почву.

2. «Я» — якорная: стержневой корень отсутствует или не превосходит по глубине проникновения боковые корни, которые, углубляясь, наклонно расходятся от корневой шейки и постепенно изменяют направление на вертикальное.

3. «ПЯ» — поверхностно-якорная: стержневой корень отсутствует или развит слабо, имеются мощные горизонтальные или наклонные корни, от которых отходят более мелкие вертикальные или наклонные якорные корни.

4. «П» — поверхностная: стержневой корень отсутствует, боковые корни расходятся в стороны от ствола почти горизонтально на небольшой глубине, вертикальных ответвлений мало, они мелкие или вовсе отсутствуют.

В Дарвинском заповеднике раскопки велись по методу Уивера (Weaver, 1925) в его модификации, предложенной А. П. Шиманюком (1950). Следует заметить, что раскопки корневых систем в сосняке, лишайниково-зеленомошном автором были проведены с использованием берегового обрыва. При этом учитывались данные, полученные по корням, залегающим в слоях грунта с ненарушенным сложением. При раскопках, выполненных автором, кроме того визуально определялся характер расположения активных окончаний и состояние активных и проводящих корней. Данные, полученные И. С. Яковлевой, приведены в табл. 1, а автором — в табл. 2. Наименование почв в таблицах приведено по классификации Н. П. Ремезова (1950). Детальные сведения о почвах различных типов леса приведены в работе А. А. Успенской (1968). При анализе приведенных материалов следует учитывать общеизвестное положение об исключительно важном значении глубины залегания грунтовых вод для строения корневой системы.

По данным А. М. Леонтьева (1968) глубина залегания грунтовых вод в 1962—1964 гг. колебалась в сосняках Дарвинского заповедника в следующих пределах: в лишайниково-зеленомошном — от 2,8 до 3,5 м, в зеленомошниках — от 1,0 до 2,0 м, черничнике заболачивающемся — от 0,2 до 0,9 м и травяно-сфагновом — от 0 до 0,5 м.



В сосняке чернично-сфагновом наибольшее количество активных корневых окончаний наблюдалось в торфянистом горизонте непосредственно под слоем живого и неразложившегося сфагнового покрова. В сосняке-зеленомошнике черничном наблюдалось два максимума концентрации корневых окончаний в гумусированном горизонте (А) и верхней части иллювиального (В), где окончаний было несколько меньше, чем в горизонте А<sub>1</sub>. В сосняке-зеленомошнике ягодниковом раскопки производились на участке, подвергавшемся временному затоплению водами Рыбинского водохранилища. Вследствие подтопления корневые окончания и часть проводящих корней были повреждены. Максимум содержания активных корней наблюдался у дерева, подвергавшегося полному затоплению, на глубине от 0,2 до 0,6 м, а у дерева, расположенного выше по рельефу, — на глубине от 0,5 до 1,0 м. Вопрос о повреждении и регенерации корневых окончаний сосны при подтоплении освещался ранее (Кудинов, 1968). В сосняке лишайниково-зеленомошном наибольшее количество активных корней нами было обнаружено на глубине около 2 м от поверхности почвы над уплотненным железистым горизонтом. На большей глубине корневых окончаний было меньше, но и на глубине более 5 м активные корни были довольно многочисленны, и их было значительно больше, чем в верхнем гумусированном горизонте.

Из полученных материалов можно сделать следующие выводы.

1. В местах с недостаточным и нормальным увлажнением у сосны преобладает якорная форма корневой системы. Стержневая форма встречена только у угнетенных деревьев IVа класса по Крафту. В сфагновых сосняках корневая система сосны и ели имеет поверхностную форму. В условиях нормального увлажнения на слабооглеенной почве у ели встречены корневые системы поверхностной и поверхностно-якорной формы, а у сосны — якорной и поверхностно-якорной.

2. Глубина проникновения корней в толщу почвогрунта соответствует условиям увлажнения: она максимальна на почвах с недостаточным увлажнением и минимальна на заболоченных почвах. В условиях района Дарвинского заповедника корневые системы сосны и ели в насаждениях старше 50-летнего возраста охватывают всю толщу почвогрунта до зоны колебания уровня почвенно-грунтовых вод, которые таким образом оказывают непосредственное влияние на эти насаждения.

3. Максимальное количество активных корневых окончаний не всегда располагается непосредственно под лесной подстилкой, на песчаных почвах с иллювиальными неоглеенными горизонтами максимум концентрации активных корневых окончаний может располагаться на значительной глубине в зависимости от конкретных водно-физических и химических свойств почвогрунта.



**Глубина проникновения корней сосны  
в различных почвах Дарвинского заповедника (данные (И. И. Яковлевой))**

Тип леса	Почва	Характеристика дерева				Форма корневой системы (объяснения в тексте)	Глубина раскопки, м	Наибольшая глубина проникновения корней, м	Количество корней, уходящих в глубину почвы при диаметре их			
		диаметр, см	высота, м	возраст, лет	класс по Крафту				более 2 см	1—2 см	0,5—1 см	менее 0,5 см
Сосняк лишайниково-зелено-мошный	Вторично-дерновая, слабоподзолистая, пылевато-песчаная	23,8	15,8	90	I	Я	1,25	—	—	4	4	—
		11,5	10,6	85	III	Я	0,95	0,90	—	—	—	—
		4,4	4,6	85	IV a	П	0,95	0,40	—	—	—	—
Сосняк-зеленомошник чистый	Вторично-дерновая, слабоподзолистая, слабооглеенная, пылевато-песчаная	27,0	19,8	76	I	Я	1,25	—	1	3	2	1
		15,5	18,0	80	III	Я	1,40	—	—	—	—	2
		8,6	10,4	56	IV a	С	0,60	0,55	—	—	—	—
Сосняк-зеленомошник черничный	Торфянисто-слабоподзолистая, слабооглеенная, пылевато-песчаная	22,6	21,8	100	I	Я	1,35	—	1	—	1	—
		20,6	17,1	80	III	Я	1,10	1,00	—	—	—	—
		11,3	12,0	100	IV a	С	1,35	0,95	—	—	—	—
Сосняк-зеленомошник брусничный	Среднеподзолистая, слабооглеенная, пылевато-песчаная	27,5	22,8	88	I	Я	1,05	—	1	—	2	—
		15,0	17,3	60	III	Я	0,90	0,85	—	—	—	—
		9,8	11,7	50	IV a	С	1,15	1,10	—	—	—	—
Сосняк-черничник заболочивающийся	Торфянисто-среднеподзолистая, среднеоглеенная, пылевато-песчаная	23,2	24,9	70	I	ПЯ	1,00	0,95	—	—	—	—
		18,1	20,8	85	III	Я	0,80	0,75	—	—	—	—
		14,8	20,2	70	IV a	Я	0,90	0,90	—	—	—	—



**Глубина проникновения корней сосны и ели  
в различных почвах (Данные раскопок, выполненных автором).**

Тип леса	Почва	Характеристика дерева				Глубина раскопки, м	Форма корневой системы (объяснения в тексте)	Наибольшая глубина проникновения корней, м	Примечания
		Порода	Диаметр, см	Высота, м	Возраст, лет				
Сосняк лишайниково-зелено-мошный	Вторично-дерновая, слабоподзолистая, пылевато-песчаная	С	28,5	15,7	67	3,75	Я	—	Два корня диаметром около 2 мм уходят глубже дна раскопки
		С	11,7	10,5	50	3,50	Я	3,50	Один корень диаметром 5 мм уходит глубже дна раскопки
		С	24,5	16,0	62	5,35	Я	5,35	
		С	21,5	13,3	56	4,70	Я	—	
Сосняк-зелено-мошник ягодниковый	Вторично-дерновая, слабоподзолистая, пылевато-песчаная	С	23,4	22,3	73	2,20	Я	2,10	
		С	23,6	22,8	72	1,80	Я	1,60	
Сосняк-зелено-мошник черничный	Вторично-дерновая, слабоподзолистая, слабооглеенная, пылевато-песчаная	С	21,6	24,8	76	1,00	Я	1,90	
		С	25,6	23,8	72	1,00	ПЯ	1,00	
		Е	23,9	16,5	150	1,00	ПЯ	0,90	
		Е	23,8	24,7	69	1,00	П	0,80	



Тип леса	Почва	Характеристика дерева				Глубина раскоп- ки, м	Форма корне- вой системы (объяс- нения в тексте)	Наиболь- шая глубина проник- новения корней, м	Примечания
		Порода	Диаметр, см	Высо- та, м	Воз- раст, лет				
Сосняк чернич- но-сфагновый	Торфянисто-сред- неподзолистая, сильноогулеенная, пылевато-песчаная	С	22,5	22,3	74	1,00	П	0,90	
		С	15,3	17,9	64	0,90	П	0,70	
		Е	23,4	20,9	86	1,00	П	0,80	



## ЛИТЕРАТУРА

Гаель А. Г., Воронков Н. А. Корневая система *Pinus silvestris* L. на песчаных почвах Казахстана и Дона. Ботанический журнал т. 50, 1965, № 4.

Кудинов К. А. Влияние затопления и подтопления на прирост сосны в условиях лишайникового бора. Труды Дарвинского гос. заповедника, вып. VIII, М., изд-во «Лесная промышленность», 1968.

Леонтьев А. М. Из материалов изучения режима почвенно-грунтовых вод в характерных типах лесов Дарвинского государственного заповедника. Труды Дарвинского гос. заповедника, вып. IX, Вологда, Северо-Западное книжное изд-во, 1968.

Погребняк П. С. «Общее лесоводство», М., изд-во «Колос», 1968.

Ремезов Н. П. Лесорастительные свойства полесий средней тайги. Журнал «Вестник Московского гос. университета», 1950, № 6.

Ткаченко М. Е. Общее лесоводство. М.—Л. Гослесбумиздат, 1955.

Успенская А. А. Материалы по изучению почвенного покрова основных типов лесов Дарвинского государственного заповедника. Труды Дарвинского гос. заповедника, вып. IX, Вологда, Северо-Западное книжное изд-во, 1968.

Шиманюк А. П. Строение корневых систем сосны в лесах Подмосковья. Труды Института леса АН СССР т. 3, М., изд-во АН СССР. 1950.

Bieberlieter H. Zur Frage der Wurzelentwicklung von kiefern auf Sand und auf Pseudogley. «Forstwiss Gbl», 82, 1963, N 5—6.

Weaver G. E. Inwestigations of tree roots habit of plants. American Journal of Botany, v. 12, 1925, N. 8.

---



А. Н. БОБКО

## ИЗМЕНЕНИЕ ЗАПОВЕДНЫХ ЛЕСОВ НА ПОБЕРЕЖЬЯХ ВОДОХРАНИЛИЩА ПО ДАННЫМ ЛЕСОУСТРОЙСТВА

Основные задачи, поставленные перед Дарвинским заповедником при его организации в 1945 г., заключаются в охране и изучении природы в новых условиях, созданных Рыбинским водохранилищем. Этими задачами определена природо-охранительная и научно-исследовательская работа заповедника.

Ботанико-географическое описание лесов Молого-Шекснинской низменности было выполнено А. М. Леонтьевым (1949, 1968), А. А. Корчагиным, М. В. Сеняниновой-Корчагиной (1957) и др. Оно несомненно имеет большое научное и практическое значение. Для решения поставленных перед заповедником задач по изучению изменений растительности под влиянием Рыбинского водохранилища, описание лесов заповедника по данным лесоустройства также имеет определенный интерес.

Лес, представляющий собой «...элемент географического ландшафта в виде большой совокупности деревьев, в своем развитии биологически взаимосвязанных и влияющих на окружающую среду на более или менее обширном земельном пространстве» (М. Е. Ткаченко, 1955, стр. 15), служит объектом наблюдения и изучения в заповеднике. Состояние лесов заповедника в статике и динамике характеризуется с помощью периодически повторяющихся лесоустроительных работ путем оценки важнейших лесоводственных и таксационных показателей насаждений.

При изучении и оценке изменений древостоев лесного массива заповедника по основным таксационным показателям и выявлении причинной обусловленности этих изменений, пожалуй, самым важным является идентичность методов таксации и техники производства лесоустроительных работ. Именно последнее может позволить на основе массового материала получить такие сведения о современных таксационных показателях древостоев, сравнение которых с аналогичными показателями, полученными ранее, будет полезным для выявления закономерностей роста и развития насаждений в условиях влияния Рыбинского водохранилища, первого из крупнейших искусственных водохранилищ.

Важнейшим условием надежной оценки происшедших изменений на основе общих данных, характеризующих весь лесной



фонд является, конечно, стабильность территории. К сожалению, за период с 1955 по 1969 годы общая площадь лесного фонда Дарвинского заповедника сократилась на 16,8 тыс. га и составила на 1/I-1970 года 67176 га, в т. ч. на территории Вологодской области—45140 га и Ярославской—22036 га. Подобное изменение площади противоречит самой идее сохранения, оно может допускаться только в крайне необходимых случаях.

В условиях заповедного режима, когда почти полностью исключается вмешательство человека в формирование насаждений, важное значение имеет также сохранность материалов лесоустройства для сравнения статических состояний лесного фонда на строго определенные моменты времени (годы лесоустройства) и установления изменений, происходящих в заповедном массиве. В лесах заповедника, как в огромной природной лаборатории, можно изучить естественную динамику таких важнейших показателей роста и развития насаждений, определяющих, в конечном счете, накопление запасов древесины на 1 га, как средние высота и диаметр, сумма площадей поперечных сечений и относительная полнота. Наконец, только в заповеднике возможно установить возраст естественной спелости не расчетным путем, а на основе непосредственных наблюдений, выявить происходящие смены пород, проследить зарастание лесом нелесных площадей, и противоположный процесс — заболачивание лесных площадей. Также важное значение имеет выработка стандартной технологии лесоустроительных работ и применение ее в течение длительного периода для обеспечения сравнимости учетных данных. Несомненно, что элементы организации территории (собственно лесоустройство) также должны оставаться продолжительный период без изменения. Это касается деления на лесничества, на участки различного режима заповедности, кварталы, таксационные выделы. Все это имеет исключительно важное значение для наблюдения за происходящими изменениями и выявления причин изменения тех или иных таксационных показателей. Результаты многолетнего изучения заповедных лесов могут выходить за пределы чисто научных интересов и несомненно будут иметь большое практическое значение для эксплуатационных лесов смежных областей.

Опираясь на имеющийся опыт ведения лесного хозяйства, накопленный заповедником, а также принимая во внимание задачи, стоящие перед заповедником, для получения более или менее сравнимой таксационной характеристики нами при лесоустройстве сохранены элементы прежнего лесоустройства территории — деление на планшеты, кварталы, выделы. Правда, границы некоторых таксационных выделов из-за непривычности требований и, может быть, частично по причине не совсем полного понимания особенностей лесоустройства непосредственными исполнителями, в некоторых случаях были изменены. Лесоустройством 1955 года была проведена почти полная перестройка деления лесного фонда на таксационные выделы по сравнению с материалами лесоуст-



ройства 1947 года. Это обстоятельство никак не способствовало накоплению увязывающейся учетной информации и в значительной степени обесценило данные 1947 г. в этом аспекте. Поэтому в настоящее время имеется возможность провести оценку динамики лесного фонда только за период с 1955 по 1970 год.

Итак, какие же характерные изменения произошли в лесном фонде за указанный период? Распределение общей площади лесного фонда по категориям земель по состоянию на 1955 год и 1970 год приведено в табл. 1. Происшедшие за этот период изменения в распределении лесного фонда по категориям земель, вследствие уменьшения общей площади лесфонда, могут быть оценены по относительным величинам — удельному весу отдельных категорий. Как видно из данных табл. 1, общая структура лесного фонда за изучаемый период существенно не изменилась. Уменьшение нелесной площади на 1,7% и соответственно увеличение лесной в таком же размере могло произойти по разным причинам, например вследствие разного удельного веса этих категорий площадей в исключенной и оставшейся частях лесного фонда.

Для установления причинной связи происшедших изменений более важное значение имеет динамика отдельных категорий площадей. Например, переход покрытой лесом площади в непокрытую или нелесную, а также наоборот — нелесных площадей в лесные. Для этого нами применен способ частичной выборки.

Всего были проанализированы данные по 17 кварталам, номера которых брались через 20 кварталов. В выборку попали 7, 27, 47 и т. д. кварталы. Их общая площадь составила около 5% лесного фонда заповедника. Результаты приведены в табл. 2.

Анализируя данные табл. 2, можно заметить относительную устойчивость лесных площадей за исследуемый период. Одновременно прослеживается неодинаковая сохранность площадей, занятых различными лесообразующими породами. Практически, площади насаждений всех пород не остались стабильными. Например, в числе исследуемых кварталов (3411 га), по состоянию на 1/I-1956 года было выявлено 1511 га сосновых насаждений, из которых в течение указанного периода 6 га погибли, а на площади 16 га преобладающей породой оказалась береза. Одновременно происходил процесс восстановления коренных сосновых типов леса: на части бывших березовых насаждений (52 из 446 га), преобладающей породой оказалась сосна, и на части сенокосов и болот возобновились естественным путем насаждения с преобладанием сосны. Все это привело к увеличению площадей, занятых коренными сосновыми древостоями с 1511 га в 1956 г. до 1721 га в 1970 г. То же направление к восстановлению коренных типов леса также можно наблюдать на примере осиновых насаждений. Большая часть из них (около 67%) естественным путем перешла в насаждения с преобладанием в составе ели.

Если лесная площадь в целом за указанный период оказалась стабильной, то нелесная была более изменчивой, динамич-



ной. В самом деле, более 15% этой площади в 1970 г. были отнесены к лесной. Это, в основном, болота, затем — сенокосы, пашни, выгоны. Все это привело, даже за такой короткий период, к увеличению лесных площадей и уменьшению нелесных.

Лесовозобновление на сенокосах, пашнях и выгонах, возникших в прошлом под влиянием деятельности человека, является вполне естественным. При этом происходит восстановление коренных типов древостоев. Поэтому для сохранения суходольных лугов и сложившихся географических элементов ландшафта заповедник вынужден проводить специальные мероприятия по их охране и поддержанию в надлежащем состоянии.

Лесовозобновление на болотах — процесс более длительный и определенные выводы пока еще делать рано, так как это сложный эволюционный процесс, требующий длительных наблюдений.

Из сказанного выше следует, что с одной стороны для изучения природной динамики лесного фонда требуются возможно более длительные наблюдения за явлениями и процессами, естественно протекающими в лесу, а с другой стороны — проведение определенной системы мероприятий по сохранению и воспроизводству природных комплексов, сложившихся в районе Молого-Шекснинской низменности ко времени создания Рыбинского водохранилища. Казалось бы противоречивые задачи, одна из которых (хозяйственное воздействие) на первый взгляд противоречит самой идее создания заповедника, легко и просто могут быть решены. Для этого вся территория лесного фонда разделена условно на так называемые хозяйственные участки, подобно разделению лесов эксплуатационного значения на хозяйственные части. Они различаются между собой степенью вмешательства человека в естественную эволюцию лесных площадей, и получили следующие условные обозначения:

1. «А» Участки, на которых исключается всякое вмешательство человека в природные процессы, протекающие в лесу.

2. «Б» Участки, на которых для сохранения и восстановления сложившегося природного комплекса допускается проведение целевых мероприятий: противопожарные работы, выборочно-санитарные рубки, очистка леса от захламленности, сенокосы в целях сохранения лугов.

3. «В» Участки, где проводились ранее и намечаются на будущее, кроме перечисленных выше мероприятий, также различные опыты и эксперименты научного и опытно-производственного направления.

4. «Г» Участки, имеющие особое научное значение.

Лесной фонд в пределах хозяйственных участков, помимо неравномерности распределения по площади, имеет разную структуру в распределении по категориям площадей (см. табл. 3). Так, лесная площадь в участках категории «А» составляет 67%, а нелесная — 33%, в т. ч. болота — 32%. В наиболее обширной



части — участках категории «Б», болота составляют 27%, а в участках категории «Г» — всего 3,1%.

Кроме того, одни и те же категории площадей в разных хозяйственных участках также имеют неодинаковое качественное состояние. Например, покрытая лесом площадь в разных хозяйственных участках представлена неодинаковым удельным весом насаждений основных лесообразующих пород (см. табл. 4). Так, участие сосновых насаждений в участках разных категорий колеблется от 65,8 до 100%, при средней величине в целом по заповеднику 78,5%. Поэтому стабильность границ хозяйственных участков необходимо будет сохранять возможно дольше, так как это в значительной степени облегчит в будущем выявление динамики средних таксационных показателей и установление их связи с различным режимом заповедности или естественными процессами и явлениями, протекающими в лесу под влиянием изменяющихся условий среды.

Поскольку сосновые насаждения в заповеднике представлены наиболее широко в настоящей статье приведена характеристика их по типам леса (см. табл. 5).

С лесоводственной точки зрения было бы интересным в будущем сопоставить изменение площадей насаждений по отдельным типам леса. Разумеется, некоторые типы леса, например, брусничниковые, черничниковые, ягодниковые и др., не являются постоянными и изменяются по мере перехода насаждений из одной возрастной группы в другую (И. С. Мелехов, 1968). Поэтому установление закономерностей динамики типов леса может иметь не только научное, но и практическое значение.

Современная возрастная структура насаждений основных лесообразующих пород на 1/1-1970 г. характеризуется данными, приведенными в табл. 6.

Как видно из этих данных, насаждения основных лесообразующих пород характеризуются невысоким ежегодным общим накоплением запаса ( $\Delta^{cp} M_{общ}$ ) — 81,4 тыс. куб. м, что в переводе на 1 га покрытой лесом площади составляет 1,7 куб. м. Оно определено по формуле:

$$\Delta^{cp} M_{общ} = \frac{MA_1}{A_1} + \frac{MA_2}{A_2} + \dots + \frac{MA_n}{A_n}, \quad (1)$$

где:

$MA_1, MA_2, \dots, MA_n$  — запасы насаждений по классам возраста.

$A_1, A_2, \dots, A_n$  — средний возраст насаждений по классам возраста.

Подобное накопление запасов обуславливает довольно медленное изменение в этих насаждениях средних запасов (рис. 1) и среднего годовичного его накопления (рис. 2) на 1 га покрытой лесом площади. Выравнивая графическим путем средние запасы, мы установили, что наибольшая величина запаса наблюдается для сосновых насаждений в возрасте 110, еловых — 90 и березовых — 65 лет. Относительно более высокие запасы в еловых насаждениях объясняются тем, что еловые древостои, как правило, зани-



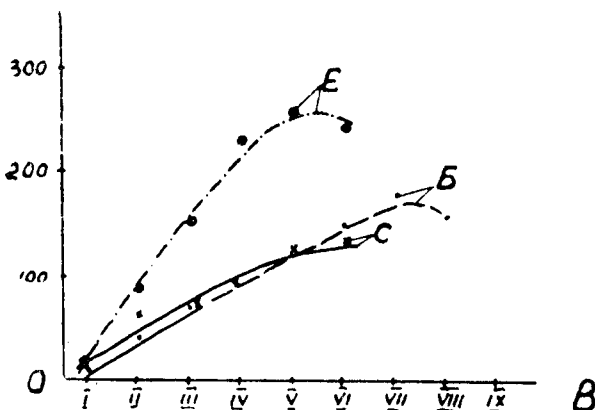


Рис. 1. Изменение по классам возраста запасов древесины в насаждениях с преобладанием ели (Е), березы (Б) и сосны (С). Шкалы: З — запасы в сотнях куб. м на 1 га, В — классы возраста.

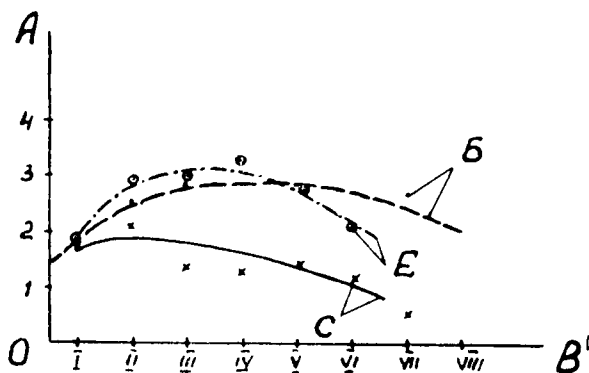


Рис. 2. Изменение по классам возраста среднего накопления запасов древесины в насаждениях с преобладанием ели (Е), березы (Б) и сосны (С). Шкалы: А — среднее накопление запасов в куб. м на 1 га за год, В — классы возраста.

мают хорошие места произрастания и характеризуются относительно высоким классом бонитета (II. 3). Однако еловые насаждения занимают всего около 6%, а общий фон составляют сосновые, характеризующиеся довольно медленным накоплением запасов. Текущее изменение их запаса за период класса возраста (см. табл. 7) максимальной величины достигает в промежутке между I и II классами возраста, т. е. к 30 годам. Затем оно посте-



ленно уменьшается и к возрасту 110 лет снижается до 13 куб. м за период 20 лет. Если принять во внимание, что современные сосновые насаждения имеют средний возраст 62 года, то правомерно предположить, что среднее годовичное текущее изменение запаса на 1 га составляет 1,25 куб. м/год  $\left(\frac{26+24}{2}:20\right)$ . Из этого следует весьма важный практический вывод о наиболее рациональной продолжительности ревизионного периода в заповеднике. Если принять во внимание современные таксационные показатели сосновых насаждений (ср. бонитет — IV, 9, ср. возраст — 62 года), то применяя известную формулу

$$M = GHF, \quad (2)$$

где  $M$  — запас древостоя, куб. м,  
 $H$  — средняя высота, м,  
 $G$  — сумма площадей поперечных сечений, кв. м,  
 $F$  — видовое число,

имеется возможность приблизительно определить величину среднего периодического изменения их средних высот, а именно:

$$\Delta_n = \frac{\Delta_M}{GF}. \quad (3)$$

При этом величины  $G$  и  $F$  условно принимаем по всеобщим таблицам хода роста сосновых насаждений А. В. Тюрина с учетом средних возраста и класса бонитета. Оказывается, среднее за период годовичное текущее изменение средних высот ожидается около 0,1 м. Поэтому за 10 лет оно составит всего около 1 м, что при глазомерном определении этого таксационного показателя находится, как правило, в пределах допустимой ошибки. Поэтому ревизионный период следует установить продолжительностью не менее 20 лет, в течение которых средние высоты всех насаждений изменяются на величину, превышающую допустимую погрешность их определения при глазомерной таксации.

В заключение следует отметить:

1. Лесной фонд ДГЗ, как элемент географического ландшафта, представляет собой весьма ценный объект для изучения процессов и явлений, протекающих под влиянием Рыбинского водохранилища, как естественным путем, без какого-либо вмешательства человека, так и при его некотором воздействии в направлении сохранения и восстановления коренных типов ландшафта, сложившихся в Молого-Шекснинской низменности ко времени создания водохранилища.

2. Для качественной оценки происходящих в лесном фонде изменений и установления их причинных связей необходимо использовать таксационную характеристику древостоев, получаемую в процессе периодически повторяющихся лесоинвентаризационных работ, проводимых по более-менее идентичной технологии, учитывающей специальные цели заповедника.

3. Важным условием для установления происходящих изме-



нений в лесном фонде по средним таксационным показателям является стабильность территории и поэтому она должна всемерно сохраняться. Этому вполне благоприятствуют местные лесоэкономические условия (высокая степень лесистости района при большой заболоченности территории заповедника), которые позволяют изъять все запасы древесины насаждений заповедника из хозяйственного использования без значительного ущерба для народного хозяйства.

4. Принимая во внимание невысокое текущее изменение основных таксационных показателей по абсолютным показателям (запас, средние высоты), а также полное наличие элементов устройства территории лесного фонда ДГЗ, повторную инвентаризацию лесного фонда целесообразно провести через 20 лет.

5. Лесоинвентаризационные работы в ДГЗ следовало бы впредь проводить по предварительно разработанной технологии с учетом специальных целей ведения лесного хозяйства и сохранением на длительный период деления лесного фонда на хозяйственные участки, выделенные при лесоустройстве 1968—1969 годов.

#### ЛИТЕРАТУРА

Корчагин А. А., Сенянинова-Корчагина М. В. Леса Молого-Шекснинского междуречья. Труды ДГЗ, вып. IV. Вологда, 1957.

Леонтьев А. М. Основные закономерности распространения растительности Молого-Шекснинского междуречья до образования Рыбинского водохранилища. Труды ДГЗ, вып. I, М., 1949.

Леонтьев А. М. Из материалов изучения режима почвенно-грунтовых вод в характерных типах лесов Дарвинского государственного заповедника. Труды ДГЗ, вып. 9, Северо-Западное книжное изд-во, Вологда, 1968.

Мелехов И. С. Динамическая типология леса. Ж. «Лесное хозяйство», 1968, № 3.

Ткаченко М. Е. Общее лесоводство. Гослесбумиздат. М.—Л., 1955.

---



**Изменение распределения лесного фонда  
по основным категориям земель за период с 1955 по 1970 годы**

Категории земель	Распределение площади по данным лесоустройства				Изменения за прошедший период	
	1955 г.		1969—1970 гг.			
	га	%	га	%	га	%
1. Покрытая лесом площадь — всего	57625	68,6	47424	70,5	—10201	+1,9
в том числе:						
а) естествен. происхожд.	57546	68,5	47377	70,4	—10169	+1,9
б) искусствен. происхожд.	79	0,1	47	0,1	—32	0
2. Несомкнувшиеся культуры	—		16	—	+16	0
3. Не покрытая лесом площадь — всего	544	0,6	244	0,4	—300	—0,2
в том числе:						
а) редины	15	—	6	—	—9	—
б) гари и погиб- шие насажде- ния	279	0,3	184	0,3	—95	—
в) необлесившиеся лесосеки	78	0,1	29	0,1	—49	—
г) прогалины и пустыри	172	0,2	25	—	—147	—0,2
Итого лесной площади	58169	69,2	47684	70,9	—10485	+1,7
Нелесная пло- щадь — всего	25860	30,8	19492	29,1	—6368	—1,7
в том числе:						
а) пашни	41	—	50	0,1	+9	+0,1
б) сенокосы	1534	2,0	591	1,0	—943	—1,0
в) выгоны	222	0,3	135	0,2	—87	—0,1
г) воды	1134	1,4	943	1,3	—191	—0,1
д) дороги	47	—	44	0,1	—3	+0,1
е) просеки	358	0,4	311	0,5	—47	+0,1
ж) поселки, усадыбы	192	0,2	133	0,2	—59	—
з) болота	22143	26,3	17172	25,6	—4971	—0,7
и) пески	35	—	16	—	—19	—
к) зона временно- го затопления (поймы, отмели, временно зали- ваемые участки)	154	0,2	97	0,1	—57	—0,1
Всего	84029	100,0	67176	100,0	—16853	—



## Динамика основных категорий земель за период

Категории площадей по данным 1955 г.	Общая площадь	Распределение площадей исходных категорий (числитель в га, знаменатель в %)					
		Покрытая лесом					
		Всего	в т. ч. по главным породам				
			Е	С	Б	Ол	Ос
Покрытая лесом	$\frac{2095}{100}$	$\frac{2081}{99,4}$	$\frac{123}{5,9}$	$\frac{1541}{73,7}$	$\frac{412}{19,6}$	$\frac{1}{0,0}$	$\frac{4}{0,2}$
в т. ч. насаждения с преобладанием							
Ели	101	100	99	—	1	—	—
Сосны	1511	1505	—	1489	16	—	—
Березы	446	439	—	52	387	—	—
Осины	36	36	24	—	8	—	4
Ольхи	1	1	—	—	—	1	—
Не покрытая лесом	18	18	—	3	15	—	—
в т. ч. прогалины	3	3	—	3	—	—	—
гари	15	15	—	—	15	—	—
Итого лесной	$\frac{2113}{100}$	$\frac{2099}{99,4}$	$\frac{123}{5,8}$	$\frac{1544}{73,2}$	$\frac{427}{20,2}$	$\frac{1}{0,0}$	$\frac{4}{0,2}$
Нелесная	$\frac{1298}{100}$	$\frac{196}{15,1}$	—	$\frac{177}{13,6}$	$\frac{19}{1,5}$	—	—
в т. ч.							
Сенокосы	138	42	—	38	4	—	—
Пашни	33	2	—	—	2	—	—
Выгоны	33	13	—	—	13	—	—
Болота	1094	139	—	139	—	—	—
Всего	$\frac{3411}{100}$	$\frac{2295}{67,3}$	$\frac{123}{3,6}$	$\frac{1721}{50,5}$	$\frac{446}{13,1}$	$\frac{1}{0,0}$	$\frac{4}{0,1}$

## с 1955 по 1970 г.

по новым категориям площадей, определенным при лесоустройстве 1969 г. от общей площади исходных категорий)

Несомкнувшиеся культуры	Не покрытые лесом участки насаждения	Итого лесной площади	Нелесная					Итого нелесной
			Сенокосы	Пашни	Выгоны	Болота	Усадьбы	
$\frac{7}{0,3}$	$\frac{6}{0,3}$	$\frac{2094}{100}$	—	—	—	$\frac{1}{0,0}$	—	$\frac{1}{0,00}$
—	—	100	—	—	—	1	—	1
—	6	1511	—	—	—	—	—	—
7	—	446	—	—	—	—	—	—
—	—	36	—	—	—	—	—	—
—	—	1	—	—	—	—	—	—
—	—	18	—	—	—	—	—	—
—	—	3	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—
$\frac{7}{0,3}$	$\frac{6}{0,3}$	$\frac{2112}{100}$	—	—	—	$\frac{1}{0,0}$	—	$\frac{1}{0,0}$
$\frac{4}{0,3}$	—	$\frac{200}{15,4}$	$\frac{92}{7,1}$	$\frac{27}{2,1}$	$\frac{15}{1,2}$	$\frac{962}{74,1}$	$\frac{2}{0,1}$	$\frac{1098}{84,6}$
—	—	42	92	—	—	4	—	96
4	—	6	—	27	—	—	—	27
—	—	13	—	—	15	3	2	20
—	—	139	—	—	—	955	—	955
$\frac{11}{0,3}$	$\frac{6}{0,2}$	$\frac{2312}{67,8}$	$\frac{92}{2,7}$	$\frac{27}{0,8}$	$\frac{15}{0,4}$	$\frac{963}{28,3}$	$\frac{2}{0,0}$	$\frac{1099}{32,2}$



## Характеристика лесного фонда хозяйственных участков ДГЗ

Шифр участков	Площадь в га							
	Всего	в %	В том числе					
			Лесная			Нелесная		
			Итого	в т. ч.		Итого	в т. ч.	
				покрыт.	не покрыт.		болота	сенокосы
1. «А»	11135	16,9	7492	7370	122	3643	3531	19
в %	100		67,0	66,0	1,0	33,0	32,0	0,1
2. «Б»	49081	72,5	34269	34222	47	14812	13402	0,4
в %	100		70,0	70,0	—	30,0	27,0	0,4
3. «В»	6825	10,4	5792	5701	75	1033	237	394
в %	100		84,5	83,0	1,2	15,5	3,1	6,2
4. «Г»	135	0,2	131	131	—	4	3	—
в %	100		97,0	97,0	—	3,0	2,0	—
Всего	67176	100	47684	47424	244	19492	17173	591
в %	100		71,0	70,6	0,4	29,0	25,5	0,9

Таблица 4

## Распределение покрытой лесом площади по преобладающим породам

Шифр участков	Покрытая лесом площадь, га						
	Итого	в том числе по насаждению					
		Сосновые	Еловые	Березовые	Осиновые	Ольховые	Прочие
1. «А»	7370	4848	615	1728	90	89	
в %	100	65,8	8,4	23,4	1,2	1,2	
2. «Б»	34222	27270	1824	4719	289	120	
в %	100	79,7	5,3	13,8	0,8	0,4	
3. «В»	5701	4948	229	493	—	23	8
в %	100	86,9	4,0	8,6		0,4	0,1
4. «Г»	131	131	—	—	—	—	—
в %	100	100					
Всего	47424	37197	2668	6940	379	232	8
в %	100	78,5	5,6	14,6	0,8	0,5	—



## Распределение основных насаждений по типам леса

Типы леса	Средний класс бони- тета	Площадь в га			
		Всего	в т. ч. по категориям		
			„А“	„Б“	„В“
I группа. Сосняки лишайниковые					
1. Сосняк лишайниковый	III.1	43	—	37	5
2. Сосняк лишайниково-зеленомошниковый	II.0	262	—	56	85
3. Сосняк верещатниковый	II.8	53	—	25	22
Итого	II.2	358	—	118	112
II группа. Сосняки зеленомошниковые					
4. Сосняк зеленомошниковый (кисличник)	I.8	960	6	471	15
5. Сосняк брусничниковый	II.7	196	16	72	4
6. Сосняк травяной	II.0	777	25	349	
7. Сосняк смешано-травяной	II.7	32	—	5	
8. Сосняк зеленомошниково-ягодный	I.8	1235	134	315	
9. Сосняк орляково-ягодный	I.4	47		22	
10. Сосняк зеленомошно-черничниковый	II.0	1867	98	483	
Итого	I.9	5114	279	1817	19
III группа. Сосняки заболачивающиеся					
11. Сосняк бруснично-долгомошниковый	III.0	118	61	4	
12. Сосняк-таволговый	III.0	7	—	—	
13. Сосняк ягодниковый	II.6	1542	332	332	
14. Сосняк черничниковый	II.6	2460	87	686	
15. Сосняк долгомошниковый	IV.0	54		3	
Итого	II.6	4181	480	1025	
IV группа. Сосняки сфагновые					
15. Сосняк ягодниково-сфагновый	III.8	1742	202	263	
16. Сосняк кустарничково-сфагновый и багульниковый	V.9	9878	1653	1400	
17. Сосняк травяно-сфагновый	IV.4	1030	46	52	
18. Сосняк осоково-сфагновый	V.4	7382	1899	87	
19. Сосняк пушице-сфагновый	Va.3	7477	255	286	
Итого	V.2	27509	4055	2088	—
20. Сосняк топяной	IV.9	34	34	—	—
Всего древостоев «сосняки»	IV.9	37197	4848	4948	131



**Распределение по классам возраста покрытой лесом площади  
(га, числитель) и общих запасов (тыс. куб. м знаменатель)  
насаждений с преобладанием различных пород**

Классы возраста	Сосна	Ель	Береза	Ольха (ч + с)	Осина	Итого
I	1335 23,2	26 0,5	247 1,7	—	—	1608 25,4
II	5361 342,3	46 4,0	435 16,1	7 0,3	—	5849 362,7
III	10273 717,8	180 27,2	984 67,9	34 2,1	6 0,7	11477 815,7
IV	113065 1251,9	1156 266,4	1599 107,8	21 2,0	11 1,5	15852 1629,6
V	5069 636,4	1122 289,4	1198 115,9	106 15,4	19 3,1	7514 1060,2
VI	1173 155,7	138 33,1	1197 176,3	22 4,1	10 2,2	2540 371,4
VII	875 59,8	—	1161 205,0	42 5,3	275 73,1	2353 343,2
VIII	46 11,6	—	63 9,8	—	52 15,8	161 37,2
IX	—	—	42 6,9	—	6 1,0	48 7,9
X	—	—	13 3,2	—	—	13 3,2
XI	—	—	1 0,1	—	—	1 0,1
Всего	37197 3198,7	2668 620,6	6940 710,7	232 29,2	379 97,4	47416 4656,6
Продолжи- тельность кл. возр.	20	20	10	10	10	—
Ср. возр.	62	78	42	45	64	60
Ср. ежегод- ное накоп- ление за- паса						
а) общее тыс. куб. м	55,0	8,0	16,2	0,7	1,5	81,4
б) на 1 га по- крытой ле- сом пло- щади — куб. м	1,4	3,0	2,3	2,4	4,0	1,7



Т а б л и ц а 7

**Текущее изменение запасов сосновых насаждений  
по классам возраста**

Показатели	Классы возраста					
	I	II	III	IV	V	VI
Ср. запас на 1 га (выравненный) куб. м	18	50	76	100	120	133
Текущее изменение запаса, куб/м га, год	18	32	26	24	20	13



## Содержание

От редакции. . . . .	3
<b>М. А. Фортунатов.</b> Физико-географический очерк Рыбинского водохранилища . . . . .	5
<b>М. А. Фортунатов.</b> Народнохозяйственное назначение и использование Рыбинского водохранилища . . . . .	32
<b>Б. А. Скопинцев, А. Г. Бакулина.</b> Новые данные по изучению органического вещества в водах Рыбинского водохранилища . . . . .	46
<b>Н. И. Аничкова.</b> Гидрохимический режим нерестилищ Моложского залива Рыбинского водохранилища. (Сообщение 2) . . . . .	61
<b>Т. Н. Кутова.</b> Растительность Мшичинского залива . . . . .	98
<b>Е. С. Задульская, В. Б. Егорова, Т. М. Дидковская, К. А. Кудинов.</b> Материалы по ихтиофауне Мшичинского залива . . . . .	111
<b>А. С. Лещинская.</b> Зоопланктон Мшичинского залива . . . . .	128
<b>Н. В. Корде.</b> Планктон реки Шексны до образования Рыбинского и Череповецкого водохранилищ . . . . .	134
<b>А. С. Лещинская.</b> Количество и биомасса зоопланктона Моложского залива Рыбинского водохранилища . . . . .	146
<b>Ф. Д. Мордухай-Болтовской.</b> Фауна беспозвоночных прибрежной зоны Рыбинского водохранилища . . . . .	158
<b>К. А. Кудинов, Т. М. Дидковская.</b> Влияние Рыбинского водохранилища на уровень почвенно-грунтовых вод. (Сообщение 2) . . . . .	196
<b>К. А. Кудинов.</b> Материалы построения корневых систем сосны и ели на побережьях водохранилища . . . . .	232
<b>А. Н. Бобко.</b> Изменение заповедных лесов на побережьях водохранилища по данным лесоустройства . . . . .	239



Технический редактор  
С. И. Соколова

Сдано в набор 11.10.1973 г.  
Подписано к печати 28.1.1974 г.  
Формат  $60 \times 90/_{16}$ . (Бумага тип. № 3).  
Печ. л. 116. Уч.-изд. л. 20,3. ГЕ00138.  
Тираж 1000. Заказ 3156.  
Цена 1 р. 33 к.

Вологодское отделение  
Северо-Западного книжного издательства.  
Вологда, Урицкого, 2.  
Областная типография, Вологда, Калинина, 3.