

КУЙБЫШЕВСКОЕ ВОДОХРАНИЛИЩЕ



АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ВНУТРЕННИХ ВОД

КУЙБЫШЕВСКОЕ ВОДОХРАНИЛИЩЕ



Ленинград
«НАУКА»
Ленинградское отделение
1983

Куйбышевское водохранилище. — Л.: Наука, 1983. — 214 с.
Монография — первая обобщающая работа по крупнейшему искусственному водоему Волжского каскада, в которой отражены результаты многолетних исследований гидрологии, гидрохимии и биологии этого водохранилища, рассматриваются вопросы значения Куйбышевского водохранилища в народном хозяйстве, содержатся данные, представляющие значительный научный интерес для специалистов по различным сторонам жизни искусственных водоемов. Лит. — 320 назв., рис. — 66, табл. — 60.

Ответственный редактор А. В. Монаков

Рецензенты: Н. Ю. Соколова, В. Н. Яковлев

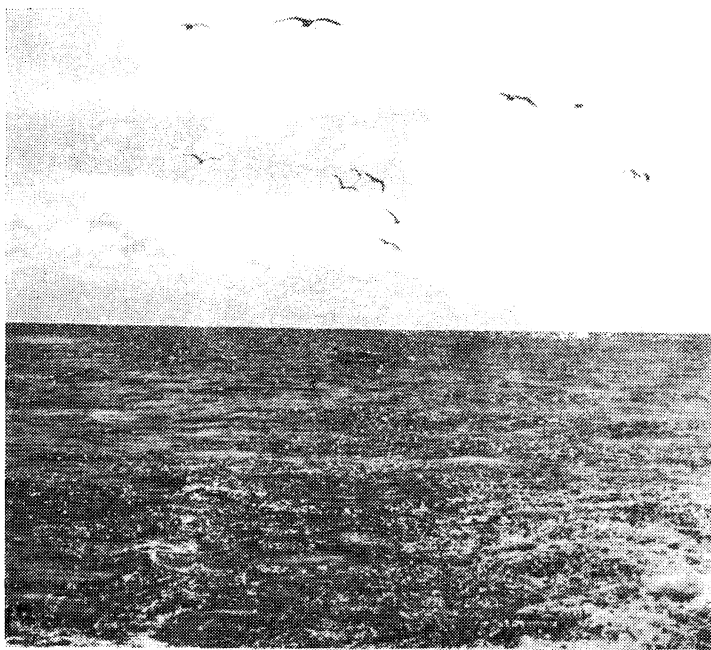
В планах экономического и социального развития страны на современном этапе и в перспективе большое значение имеют рациональное использование и охрана водных ресурсов. Одним из средств повышения эффективности их использования служат водохранилища, всестороннему изучению которых в нашей стране уделяется большое внимание. Из наиболее изученных водоемов данного типа в настоящее время следует считать Куйбышевское водохранилище.

Куйбышевское водохранилище — одно из крупнейших в системе Волжского каскада. Оно расположено в центральной части Среднего Поволжья, на границе лесостепной провинции Приволжской возвышенности и низменного Заволжья. Вытянутое в меридиональном направлении, водохранилище тянется от лесной ландшафтной зоны на севере до степной на юге, пересекая всю лесостепную зону. Водоем представляет собой ряд озеровидных расширений, соединенных между собой узкими протоками. К этим естественным орографическим рубежам приурочены границы выделяемых на водохранилище районов, характеризующихся особенностями гидрологических и гидрохимических условий и ходом биологических процессов.

По берегам Куйбышевского водохранилища расположено много городов. Некоторые из них выросли в крупнейшие индустриальные центры страны. В бассейне водохранилища интенсивно развивается орошаемое земледелие. Развитие производительных сил региона связано с ростом потребления воды и оказывает определенное негативное влияние на санитарное состояние водоема, на его экологические условия.

С первых дней образования водохранилища усилия многих исследователей были направлены на изучение его биологических ресурсов, разработку научных основ комплексного рационального использования рыбной продукции и ее увеличения, охраны чистоты воды.

К настоящему времени накоплены обширные материалы, характеризующие гидрологические и гидрохимические условия Куйбышевского водохранилища, особенности продуцирования и состав органического вещества, ход бактериальных процессов деструкции, состав и численность кормовых беспозвоночных, рыбного населения, санитарное состояние водоема.



Общий вид водохранилища. Фото В. А. Экзерцева.

В настоящей работе предпринята попытка обобщения результатов исследований, преимущественно биологических, проведенных на Куйбышевском водохранилище со времени его образования в 1957 г. Большая часть использованных данных собрана сотрудниками расположенной на берегу водохранилища в г. Тольятти Куйбышевской биологической станции Института биологии внутренних вод АН СССР, для которых Куйбышевское водохранилище является специальным объектом изучения. Значительный вклад в изучение водоема внесли специалисты ИБВВ АН СССР, учреждений Госкомгидромета СССР, Министерства рыбного хозяйства РСФСР, других министерств и ведомств, многих университетов и вузов страны.

Таким образом, эта работа представляет собой сводку фактических материалов в области гидробиологических исследований о современных экологических условиях Куйбышевского водохранилища.

Общее редактирование выполнено А. В. Монаковым, вложившим большой труд для придания работе монографического коллективного исследования, отражающего общие взгляды авторов при освещении рассматриваемых вопросов.

В связи с этим при цитировании работы следует ссылаться не на составителей отдельных разделов, а на книгу в целом. Списки видов растений и животных Куйбышевского водохранилища отдельно не приводятся, так как они достаточно полно представлены в монографии «Волга и ее жизнь» (1978), а доминирующие виды приводятся в соответствующих разделах работы. Список литературы содержит только основные названия работ, использованных авторами. Естественно, что отсутствие флористических и фаунистических списков, равно как и полного указателя литературы о Куйбышевском водохранилище, снижает ценность данной работы как книги-справочника, но ограниченность объема не позволила восполнить этот недостаток.

Тем не менее предлагаемая работа впервые дает обобщенные представления о современных экологических условиях одного из крупнейших волжских водохранилищ, весьма полезные для широкого круга специалистов, не только изучающих, но и эксплуатирующих водоем, и послужит основой для предсказания их возможных изменений в связи с перераспределением речного стока и переброской части его с севера в южные районы страны.

Водосбор водохранилища расположен в восточной части Русской равнины (рис. 1). Его северная часть — в лесной зоне, южная — в лесостепи. Волжские воды поступают в водохранилище через Чебоксарский гидроузел, камские — через Нижнекамскую ГЭС. Замыкает водохранилище плотина им. В. И. Ленина, перекрывающая Волгу близ г. Жигулевска.

Границу между Средней и Нижней Волгой, до зарегулирования реки, было принято проводить у устья Камы. После заполнения Волжско-Камского каскада границу между его средней и нижней частями нерационально проводить внутри отдельного водохранилища. Поэтому нами предложено принять границу между Средней и Нижней Волгой у плотины им. В. И. Ленина и относить Куйбышевское водохранилище к Средней Волге, а Саратовское — к Нижней (Фортунов, 1971а). Эта же граница была принята позднее (Волга и ее жизнь, 1978).

Протяженность акватории водохранилища по судовому ходу, между Чебоксарской плотиной и Жигулевском, близка к 500 км. Протяженность водосбора между его крайними точками (северной и южной) немного превосходит 760 км.

После перекрытия Волги у г. Чебоксары, а Камы у г. Брежнева площадь зеркала водохранилища уменьшилась с 6450 км² до 5900 км². Это сокращение произошло потому, что до сооружения Чебоксарской плотины подпор по Волге распространялся на 110 км выше г. Чебоксар; на Каме до перекрытия реки — до плотины Муново, на 74 км выше современной плотины.

Резкое увеличение площади водосбора произошло потому, что первоначально реки Вятка и Степной Зай учитывались как части водосбора не Куйбышевского, а Нижнекамского водохранилища.

Северная граница бассейна Куйбышевского водохранилища в настоящее время проходит по границе водосборов северных притоков р. Вятки. Крайняя северная точка находится близ истока р. Кобры, впадающей в северную излучину Вятки. На северо-востоке водосбор ограничен Верхнекамской возвышенностью, на востоке и юго-востоке граница проходит по гребню Бугульминско-Белебеевской возвышенности. Южная граница в Заvolжье проходит по водоразделу рек Большой Черемшан и Кондурчи, а на правобережье — Усы и Сызрани. Западная гра-

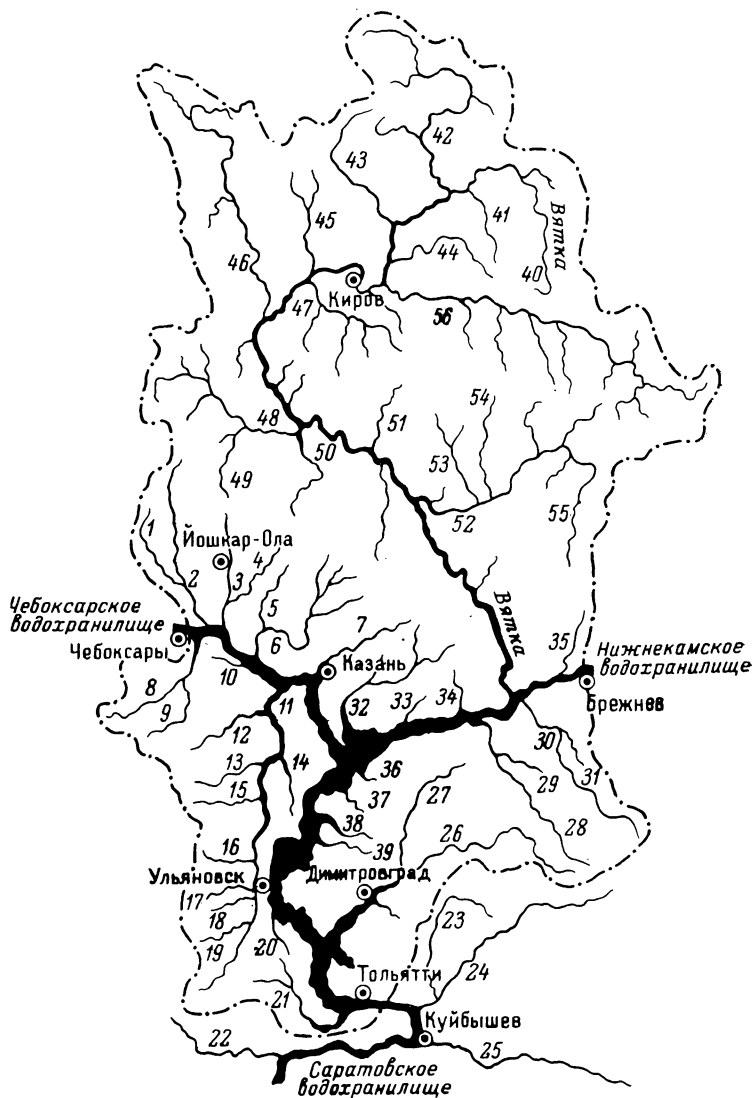


Рис. 1. Схема водосбора водохранилища.

1 — Большой Кундыш, 2 — Большая Кокшага, 3 — Малая Кокшага, 4 — Малый Кундыш, 5 — Юшут, 6 — Илеть, 7 — Казанка, 8 — Большой Цивиль, 9 — Малый Цивиль, 10 — Аниш, 11 — Свяга, 12 — Кубня, 13 — Була, 14 — Улема, 15 — Карла, 16 — Бирючь, 17 — Сельда, 18 — Гуца, 19 — Малая Свяга, 20 — Тушонка, 21 — Уса, 22 — Сызрань, 23 — Кондурча, 24 — Сок, 25 — Самара, 26 — Большой Черемшан, 27 — Малый Черемшан, 28 — Шешма, 29 — Кичуй, 30 — Степной Зай, 31 — Лесной Зай, 32 — Меша, 33 — Бетька, 34 — Берсут, 35 — Тойма, 36 — Актай, 37 — Бездна, 38 — Утка, 39 — Майна, 40 — Вятка, 41 — Черная Холуница, 42 — Кобра, 43 — Летка, 44 — Белая Холуница, 45 — Великая, 46 — Молома, 47 — Быстрица, 48 — Пижма, 49 — Ярань, 50 — Немда, 51 — Воя, 52 — Кильмезь, 53 — Лобань, 54 — Лумпуй, 55 — Вала, 56 — Черца.

ница в пределах Правобережья идет по водоразделу рек Суры и Свияги, а в Заволжье — Большого Кундыша и Рутки. На северо-западе граница проходит между истоками правых притоков Вятки и левых притоков Ветлуги.

РЕЛЬЕФ

Из особенностей рельефа водосбора прежде всего надо отметить асимметрию расположения возвышенностей и низменностей. Наиболее возвышенные участки на юго-западе расположены в пределах Приволжской возвышенности, на юго-востоке — Бугульминско-Белебеевской, а на северо-востоке — Верхнекамской.

Волга делит водосбор на две неравные части: Заволжье, которое занимает более трех его четвертей, и Правобережье — менее четверти.

Возвышенности, окаймляющие водосбор водохранилища, не образуют единых водораздельных хребтов, а разбиты на несколько холмистых гряд. Единственная возвышенность, целиком расположенная на водосборе — Вятский Увал, — начинается восточнее Марийской низины и простирается к северо-востоку в бассейн р. Вятки, где находится его наиболее высокая точка (284 м).

Большая часть Правобережья занята Приволжской возвышенностью, которая на юг тянется до Волгограда, а на север почти до Горького. Отдельные гряды холмов, образующих эту возвышенность, вытянуты в меридианном направлении. Их восточные склоны более крутые, а западные постепенно понижаются к Окско-Донской равнине. Асимметрия крутизны склонов обуславливается как тектоническими причинами, так и воздействием процессов, связанных с законом Кориолиса (Обедиянтова, 1977). Строение крутого, часто даже обрывистого, склона к Волге связано с особенностями Приволжской флексуры и осложнено многочисленными сбросами и оползнями.

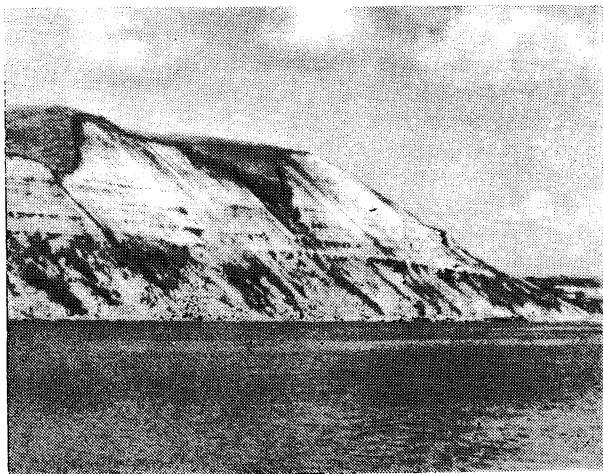
На границе водосборов Куйбышевского и Саратовского водохранилищ перпендикулярно к основному направлению Приволжской возвышенности вздымается крутой хребет Жигулей, с трех сторон омываемый водами Самарской Луки. Длина Жигулей немного превышает 70 км, самая высокая точка всей возвышенности — г. Беленькая, высотой 385 м — находится близ г. Хвалынска на берегу Саратовского водохранилища.

Для строения Приволжской возвышенности характерна своеобразная двухъярусность крутизны ее склонов, которая особенно заметна в верховьях р. Свияги. При общем преобладании пологих склонов их крутизна заметно увеличивается на высотах между 180 и 220 м и 280 и 320 м.

Жигули по крутизне склонов, расчлененности глубокими оврагами, многочисленности обнажений скальных пород напоминают горные ландшафты. Многие геологи считают формирование Жигулей крайним к востоку откликом альпийской складчатости.

Склоны Жигулей, ориентированные к северу, покрыты широколиственными и сосновыми лесами. На южных склонах преобладают ландшафты лесостепи.

В пределах всего Среднего и северной части Нижнего Поволжья, в местах, где четко выражена крутизна склонов, мезорельеф носит местное название «горы». Так, на правом берегу Волги против Казани возвышаются Услонские горы (высота до 224 м). Южнее пристани Камское устье правый берег обрамлен



Правый берег водохранилища. Фото В. А. Экзерцева.

Сюкеевскими горами (высота до 235 м). Еще южнее, близ г. Тетюши, тянутся Тетюшинские горы. Северный берег Ундорского расширения водохранилища обрамлен Большими Тарханами (высотой до 221 м), а западный — Ундорскими горами. Верхние участки склонов близ Ульяновска называются «венцами». Немного южнее Ульяновска тянутся Кременецкие горы.

Севернее Жигулей от основных цепей Приволжской возвышенности отделяется массив Белых гор с обширными обнажениями писчего мела. В районе г. Сенгилей они близко подходят к берегу и называются Сенгилеевскими с высотой до 334 м, а еще южнее — Девичьими горами. Ландшафты этой местности весьма своеобразны. Склоны, спускающиеся к водохранилищу, слабо облесены. Участки покрыты зеленой травой и часто чередуются с белыми обнажениями.

Юго-восточная заволжская часть водосбора расположена на склонах Бугульминско-Белебеевской возвышенности. Ее основной массив с высотами 380—400 м расположен за пределами изучаемого нами региона, в бассейне Нижнекамского водохранилища. В пределах водосбора Куйбышевского водохранилища наибольшая высота Бугульминско-Белебеевской возвышенности

близ г. Бугульмы достигает 382 м. На ее склонах находятся истоки нескольких рек, расходящихся в различных направлениях. Среди них Степной Зай и Шешма, впадающие с юга в Камский залив, и Большой Черемшан, впадающий в Черемшанский залив водохранилища. Верховья этих рек расположены на высотах 250—300 м, а долины глубоко врезаются в склоны возвышенности.

Обширных низменностей на водосборе водохранилища в настоящее время не осталось. Большая часть их залита водами водохранилища. Они сохранились лишь вдоль восточного берега Волги в Марийской низине в низовьях рек Большой и Малой Кокшаги, в низком Заволжье, к югу от Камского залива, а также в пойме верхнего течения р. Вятки и ее притоков Кильмезь и Пижмы.

Большую часть территории водосбора орографически можно характеризовать как пологохолмистую равнину с абсолютной высотой в пределах отметок 100—200 м. В числе примеров этого типа местности на Правобережье можно назвать Чувашское плато, расположенное между устьями рек Цивилия и Свияги, и значительную часть долины самой Свияги. Большую часть заволжской части водосбора занимает обширная Волго-Вятская слабохолмистая равнина на водоразделе Волги и Вятки, простирающаяся на восток до склонов Верхнекамской, Можгинской и Бугульминско-Белебеевской возвышенностей.

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И ПАЛЕОГЕОГРАФИЯ

Геологическое строение водосбора водохранилища далеко не однородно. Среди сводов кристаллического фундамента в юго-западной части региона можно указать Токмовский свод, в южной — Жигулевско-Пугачевский, в восточной — Татарский. Среди прогибов известны Московская синеклиза, восточный край которой подстилает Марийскую низину и Мелекесский прогиб. Среди седловин укажем Казанскую, где Волга круто меняет направление русла. Наиболее глубоко на водосборе кристаллический фундамент опущен (до 2600—2800 м) в Глазовской впадине в верховьях р. Чепцы. Наиболее близко к поверхности фундамент залегает на куполе Татарского свода близ места, где в настоящее время р. Вятка впадает в Камский залив водохранилища.

Во второй половине палеозоя, на протяжении девонского и каменноугольного периодов в Среднем Поволжье море несколько раз сменялось сушей. В это время на топких мелководных участках скапливалось много отложений, богатых разлагающимся органическим веществом, из которого образовалась нефть месторождений Бугульминско-Белебеевской возвышенности и смежных с нею районов.

В следующем (пермском) периоде большая часть Среднего Поволжья и Прикамья была покрыта морем, очертания которого нередко менялись. В прибрежных участках образовывались замкнутые и полужамкнутые озера с водой различной солености. В это время сформировались толщи доломитов, известняков и мергелей, а также красноцветных и пестроцветных глинистых пород, обнажения которых хорошо видны на западном берегу водохранилища севернее Ульяновска, а в Заволжье — по склонам оврагов, пересекающих Бугульминско-Белебеевскую возвышенность.

Позднее в триасовый период Поволжье и Заволжье в основном оставались сушей, но в последующем юрском периоде море, проникшее с юга, вновь залило часть правобережья Волги и северную часть Волго-Вятской равнины. Здесь отложились толщи черных глин с богатой мезозойской фауной. Такие отложения, богатые фосфоритами, встречаются у подножия Ундорских гор севернее Ульяновска, а также на берегах рек, впадающих в северную излучину р. Вятки.

Для следующего (мелового) периода типичны теплые моря, отложения которых, состоящие из мергеля и писчего мела, широко распространены на склонах правого берега водохранилища южнее г. Ульяновска, а также в верхней части долины Свияги и ее притоков.

В плиоцене Каспийский и Черноморский бассейны разделились, и наступило время частых, весьма значительных изменений размеров, очертаний и глубины морей, которые можно назвать предшественниками Каспия. Бывали периоды регрессий, когда площадь Палеокаспия резко сокращалась и море далеко отступало к югу. В то время Палеоволга впадала в сравнительно небольшое Балаханское озеро, заполнявшее котловину южного Каспия. Русло Палеоволги тогда доходило почти до Апшеронского полуострова. Отложения этой эпохи детально изучены В. П. Батуриным (1937).

В конце плиоцена сформировалось Акчагыльское море, которое в период своего наибольшего распространения по долине Волги доходило до устья р. Казанки, а по Каме внедрялось выше Чистополя.

Регрессии и трансгрессии внутренних морей в плиоцене, а позднее в плейстоцене происходили под воздействием тектонических и климатических процессов. В начале четвертичного периода произошло значительное изменение климата. В раннем, среднем плейстоцене и начале голоцена имели место несколько повторявшихся оледенений, которые чередовались с более теплыми межледниковыми эпохами.

Южная граница покровных оледенений в основном проходила вне изучаемого нами региона. Только в период наиболее обширного Днепровского оледенения льдом был покрыт лишь небольшой участок, который в настоящее время входит в пределы водосбора Куйбышевского водохранилища. Край ледника покрывал долины

правых притоков р. Вятки, которые впадают в северную излучину этой реки.

Для палеогеографического изучения водосбора Куйбышевского водохранилища большой интерес представляет определение северных границ Хвалынского моря, вторгавшегося в долину Волги в среднем плейстоцене. На геоморфологической карте долины Волги, составленной Г. В. Обедиентовой и изданной Институтом географии АН СССР в 1965 г., северная граница нижнехвалынских отложений указана на склоне Приволжской возвышенности, приблизительно против устья р. Большой Черемшан (Обедиентова, 1965, 1977).

Глава вторая

Гидрологический режим

Характеристика гидрологического режима водохранилища за 23-летний (1957—1979 гг.) период его существования приводится по данным систематических гидрологических и метеорологических наблюдений. При отсутствии длительных рядов наблюдений высказываются общие соображения по выявлению происходящих в водохранилище процессов на основании более кратковременных или эпизодических наблюдений.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДОХРАНИЛИЩА

Куйбышевское водохранилище расположено в центральной части Среднего Поволжья на рубеже лесостепной провинции Приволжской возвышенности и Низменного Заволжья. Вытянутое в меридиональном направлении оно тянется от лесной ландшафтной зоны на севере до степной на юге, пересекая всю лесостепную зону.

От верховьев водохранилища Волга течет преимущественно с запада на восток, а притоки ее на этом участке имеют направление с севера на юг (Большая и Малая Кокшаги, Илеть) и с юга на север (Цивиль и Свияга). У Казани Волга круто поворачивает на юг и течет в этом направлении до Жигулевских гор, образуя здесь Самарскую Луку. Течения притоков, впадающих в Волгу ниже г. Казани, имеют преимущественно широтное направление (Казанка, Большой Черемшан). Большинство притоков Волги по характеру течения принадлежит к равнинным рекам, для которых типичны плоский и довольно однообразный рельеф бассейна, малый уклон основного русла, значительная извилистость и широкие поймы. Несколько отличны лишь реки Илеть, Казанка и Уса, рельеф бассейна которых более возвышен и холмист (Буторин, 1969).

Водоохранилище возникло вследствие перекрытия р. Волги (31 X 1955) гидротехническими сооружениями Куйбышевского гидроузла в районе Жигулевских гор. Общая протяженность водоема составляет более 600 км. Наибольшую ширину — до 40 км — водохранилище имеет в районе слияния Волги и Камы. Максимальные глубины — более 40 м — отмечены в приплотинной части водохранилища. Средняя глубина водоема 9 м.

Водохранилище представляет собой ряд озеровидных расширений (плесов), соединенных между собой узкостями. К этим естественным орографическим рубежам приурочены границы выделенных на водохранилище районов, различающиеся водными массами и особенностями морфологического облика ложа и берегов (Дзюбан, 1960).

Глубина водохранилища колеблется в больших пределах не только на пойме, но и на затопленном русле. Максимальные глубины при нормальном подпорном уровне (НПУ) в приплотинной части достигают 41 м, в районе городов Сенгилей и Ульяновск 31 м, у пристани Камское Устье 19, у г. Казани 16—18, у г. Чистополя 12—14 м. Разница в уровнях воды нижнего и верхнего бьефов водохранилища составляет около 30 м (Борова и др., 1962; Широков, 1962а).

Наполнение водохранилища происходило с конца октября 1955 г. по май 1957 г., когда горизонт воды достиг НПУ. При НПУ общая емкость водохранилища составляет 58 км³, а площадь водного зеркала 6450 км².

По данным Гидропроекта, подпор от плотины Волжской ГЭС им. В. И. Ленина в межень при НПУ распространяется по р. Волге примерно на 630 км (на 110 км выше г. Чебоксары) и по р. Каме на 350 км (на 74 км выше г. Брежнева) (Гидрометеорологический режим. . ., 1978).

КЛИМАТ

Климат района водохранилища умеренно континентальный и формируется под влиянием радиационных и циркуляционных климатообразующих, а также местных факторов, которые определяются главным образом характером подстилающей поверхности, изменяющейся часто под влиянием деятельности человека (Колобов, Верещагин, 1963; Колобов, 1968).

Распределение солнечной радиации в районе водохранилища изменчиво, что обусловлено большой протяженностью его в широтном направлении. Так, суммарная радиация на севере (Вязовые) составляет около 98 ккал/(см²·год), а на юге (Куйбышев) превышает 101 ккал/(см²·год). Радиационный баланс также возрастает с севера (36.2 ккал/(см²·год) на юг (43.7 ккал/(см²·год) (Справочник по климату СССР, 1966).

Географическое положение водохранилища в умеренных широтах внутри материка обуславливает поступление сюда крайне разнородных воздушных масс, причем большей частью континентального, а не морского происхождения. На территорию водохранилища чаще приходит с северо-востока континентальный воздух умеренных широт. Большое распространение, особенно в северной половине водохранилища, имеет арктический воздух с невысоким содержанием влаги, который приходит с севера и наблюдается во все времена года, включая лето. Весной с вторжением арктического воздуха связано явление «возврата

холодов». Сравнительно реже поступает в районы водохранилища морской воздух умеренных широт из северных районов Атлантического океана. Зимой эти воздушные массы значительно повышают температуру вплоть до оттепелей, летом — понижают. С вторжением воздушных масс теплых южных широт увеличивается циклоническая деятельность, которая в любое время года может вызвать обильные осадки (Чигиринская, 1962, 1963, 1973; Колобов, 1963, 1968; Чигиринская, Дажина, 1966, и др.).

Подстилающая поверхность оказывает влияние на распределение и характеристики скорости ветра, температуры и влажности воздуха (Никулин, 1962а; Колобов, Верецагин, 1963). Она в районе водохранилища весьма разнообразна: леса занимают около 50 % площади прибрежной полосы, остальное — степи и сельскохозяйственные поля. Водохранилище вследствие различной интенсивности прогрева (и охлаждения) воды и суши оказывает смягчающее влияние на климат побережья (Боровкова, Ясонова, 1962, и др.). Суша нагревается и охлаждается значительно сильнее и быстрее, чем вода. В результате этого воздух над сушей днем хорошо прогревается, а ночью столь же интенсивно охлаждается, а над водой температура воздуха в течение суток изменяется меньше. С возникновением термобарических градиентов в системе суша—вода создаются благоприятные условия для развития бризовой циркуляции, способствующей усилению или ослаблению скорости ветра (Чигиринская, 1962, 1963; Боровкова, 1963; Федулова, 1971).

Общие черты температурного режима территории водохранилища могут быть кратко сформулированы следующим образом: холодная зима, жаркое лето, короткие переходные сезоны (весна, осень), поздние весенние и ранние осенние заморозки, резкие колебания температуры от месяца к месяцу, ото дня ко дню и в течение суток.

Средняя годовая температура воздуха изменяется от 3.2 °C на севере (Вязовые) до 4.6 °C на юге (Тольятти), годовая амплитуда среднемесячных температур в районе водохранилища составляет 32—34 °C, а абсолютная амплитуда достигает 80 °C. По сравнению с периодом до зарегулирования при создании водохранилища среднегодовые температуры воздуха повысились на 0.3—0.5 °C. Самый холодный месяц — январь, со среднемесячной температурой 12.2—13.5 °C ниже 0. Абсолютный минимум в январе достигает —42 °C, а абсолютный максимум в этом месяце 4.3 °C. Самый теплый месяц — июль, со среднемесячной температурой 19.4—20.4 °C, с абсолютным максимумом, превышающим 40 °C.

Наличие такого крупного водоема оказывает заметное влияние на режим температуры воздуха как над самим водохранилищем, так и над прибрежной зоной. В весеннее время температура воздуха над его акваторией ниже, чем на береговых станциях. Разница может составлять 1.5 °C, а в отдельные сроки достигать 10—12 °C. Осенью теплоотдача водохранилища выше, чем весной. Различия между температурой воздуха над водохранилищем и над

территорий, удаленной на несколько километров от него, превышают 2 °С.

В среднем за год над территорией водохранилища наибольшую повторяемость имеют ветры западной четверти (более 42%) и южной (около 16%). В холодный период господствуют ветры южной четверти (около 48%), в теплый — западной (более 46%). Средние годовые скорости ветра над водохранилищем и в прилегающей береговой зоне изменяются от 3.2 м/с (Димитровград) до 5.3 м/с (Вязовые). Наибольшие средние месячные скорости ветра наблюдаются в октябре, декабре и январе, наименьшие — в июле и апреле.

В теплый период для всех районов водохранилища и береговой зоны наибольшую повторяемость имеют ветры со скоростью 0—5 м/с. Однако над акваторией водохранилища повторяемость скорости ветра 6—10 м/с по сравнению с береговой зоной увеличивается и составляет от 31 на юге до 43% на севере. Повторяемость скоростей ветра 16—20 м/с колеблется в пределах долей процента. В этот период наибольшую скорость имеют ветры с северной (5.6 м/с) и западной (5.3 м/с) составляющей. Наименьшие скорости имеют ветры восточных направлений (3.9 м/с).

Своеобразная конфигурация водохранилища создает над ним довольно сложный ветровой режим, обусловленный как орографическим влиянием, так и термобарическими контрастами между водой и сушей. Наибольшая скорость ветра отмечалась до 32 м/с в районе волго-камского расширения. Более часто повторяются максимальные скорости ветра 24 м/с с порывами до 28 м/с при ветрах всех румбов (Чигиринская, 1963; Гидрометеорологический режим. . ., 1978, и др.). Усиление термобарических контрастов в системе вода—суша способствуют наиболее сильным и продолжительным штормам в осенний период (сентябрь—ноябрь), когда их бывает ежегодно от 13 до 26. Большая часть штормов охватывает все водохранилище (Чигиринская, 1962).

В районе Куйбышевского водохранилища разнообразный характер рельефа и подстилающей поверхности создает пятнистость распределения осадков по территории. Средняя годовая сумма осадков с поправкой на смачивание в районе водохранилища колеблется от 419 до 626 мм, причем на самом побережье водохранилища осадков выпадает больше, чем на суше, удаленной от него (Боровкова и др., 1962; Никулин, 1962б; Гидрометеорологический режим. . ., 1978). Максимум в годовом количестве их наблюдается в августе и достигает в отдельных пунктах в среднем 80—90 мм. Минимум количества осадков наблюдается в январе—апреле и составляет в среднем 25—30 мм, уменьшаясь в отдельные годы до 1—3 мм.

Из атмосферных явлений наиболее важными для водохранилища являются шквалы, грозы и туманы (Хоружев, 1968). В районе водохранилища шквалы наблюдаются с мая по сентябрь и отмечаются преимущественно во второй половине дня, когда воздух над сушей имеет неустойчивую стратификацию. Скорость

ветра при шквалах нередко превышает 20 м/с, а иногда 30 м/с и более, что способствует быстрому локальному перемешиванию водных масс в водохранилище. Наибольшее число дней со шквалами отмечается в районе Волго-Камского плеса.

Над акваторией водохранилища число гроз меньше, чем в прибрежных районах, что объясняется антициклональной стратификацией воздушных масс и нисходящими потоками воздуха в теплый период, так как в это время температура воды несколько ниже температуры окружающего воздуха. Число случаев с грозой за период май—сентябрь в среднем по водохранилищу колеблется от 19 до 31.

Туманы на водохранилище в основном отмечаются в весенний и осенний периоды и имеют адвективное происхождение. Среднее число дней с туманом колеблется: в теплый период от 2—4 до 14—16, в холодный от 5—8 до 18—21. Продолжительность туманов составляет несколько часов в сутки, однако нередки случаи их продолжительности в течение нескольких суток подряд. Водохранилище оказывает определенное влияние на режим облачности, в основном в летнее время. Это влияние сказывается в некотором уменьшении общей и особенно нижней облачности над акваторией водохранилища вследствие нисходящих потоков воздуха летом в дневное время и восходящих осенью в ночное из-за термических контрастов между водой и сушей.

ВОДНЫЙ БАЛАНС

Общая площадь водосбора водохранилища составляет 1 200 200 км², из которых на долю основных притоков — Волги, Камы и Вятки — приходится 1 098 000 км², т. е. 91,5%. Общая площадь водосбора боковых притоков водохранилища составляет 102 200 км² (Гидрометеорологический режим. . ., 1978).

Волга, Кама и Вятка относятся к рекам с преобладающим снеговым питанием, но значительную роль играет дождевое и грунтовое. Наибольшее количество воды в водохранилище поступает в период весеннего половодья. В это время Волга дает около 62% годового стока, а Кама примерно 45%. На летне-осенний период падает 26% общего стока Волги, а на зимний — только 12% (Боровкова и др., 1962).

Водохранилище рассчитано на сезонное регулирование стока. Особенность его режима — ежегодное весеннее наполнение до нормального подпорного уровня, а затем в течение всего года сработка до заданной отметки. По данным Тольяттинской ГМО, смена водных масс в водохранилище, равных объему накопленной воды в течение года, осуществляется более 4 раз, а в отдельные годы до 6 раз. Наиболее интенсивный водообмен наблюдается весной. В летне-осенний период он заметно уменьшается и вновь увеличивается во второй половине зимы. Это хорошо подтверждается данными расчета притока воды в водохранилище через основные входные створы (Волга — у г. Чебоксары, Кама —

у г. Брежнева, Вятка — у с. Вятские Поляны), а также стока воды через створ Куйбышевского гидроузла, которые показывают, что в период с июля по март минимальный сточный расход не бывает ниже $1800 \text{ м}^3/\text{с}$, обычно даже превышает эту цифру. Транзитный поток вод обуславливает значительную проточность водохранилища, в связи с чем в нем постоянно существуют стоковые течения и интенсивный водообмен (Буторин, 1969).

Реки Волга и Кама по характеру водного режима относятся к восточноевропейскому типу с ежегодным прохождением весеннего половодья и наличием хорошо выраженной летне-осенней и зимней межени с летне-осенними паводками. В настоящее время сток рек Волги и Камы зарегулирован каскадом водохранилищ, которые выполняют сезонное регулирование. В результате происходит внутригодовое перераспределение стока, поступающего в Куйбышевское водохранилище. В период весеннего половодья, когда накапливается вода в вышерасположенных водохранилищах, приток к Куйбышевскому водохранилищу уменьшается, и, наоборот, в летне-осенний и особенно зимний период, когда происходит интенсивная сработка водохранилища, приток вод в Куйбышевское водохранилище по сравнению с естественным увеличивается.

При естественном режиме через входные створы водохранилища проходило в период весеннего половодья (апрель—июнь) по р. Волге (до 1941 г.) 61—64%, р. Каме (до 1954 г.) 63, за зимний период соответственно 13 и 9% годового стока. Начиная с 1957 г. сток половодья составляет на Волге 50%, Каме 52, сток зимнего периода соответственно 22 и 20% годового стока каждой реки.

В районе Куйбышевского гидроузла при естественном режиме (до 1941 г.) сток весеннего половодья у Волги составлял 63%, за зимний период 10%. Начиная с 1957 г. через створ Волжской ГЭС им. В. И. Ленина в период половодья сбрасывается 45, зимой 26% (Гидрометеорологический режим. . ., 1978).

Общее представление об отдельных элементах и в целом водного баланса водохранилища можно получить из данных табл. 1—3.

Основным приходным компонентом водного баланса водохранилища является поверхностный приток, главнымшим расходным элементом — сток через гидросооружения Волжской ГЭС им. В. И. Ленина. Годовой суммарный приток, равный в среднем 243.39 км^3 , составляет 98.7% общего поступления воды в водохранилище, а годовой сток через ГЭС 231.38 км^3 — 98.2% общего расхода воды. Доля осадков и испарения в годовом балансе водохранилища невелика, и каждый из этих компонентов составляет немногим более 1% (табл. 1—3).

Реки Волга, Кама и Вятка в среднем за год приносят в водохранилище более 93% его суммарного прихода. По р. Волге в водохранилище поступает 46.5, по Каме 41.2, а по Вятке около 12.3% общего стока этих рек. Сток малых рек, впадающих в водохранилище по его периферии, равный в среднем 13.39 км^3 , состав-

Т а б л и ц а 1. Водный баланс Куйбышевского водохранилища (км³) по месяцам, средние данные за 1957—1979 гг.

Составляющие	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Всего
П р и х о д													
Приток основной	12.11	11.05	11.65	38.93	55.36	24.54	15.63	12.91	11.80	12.70	11.91	11.46	230.07
Приток боковой	0.29	0.26	0.75	7.47	1.63	0.48	0.42	0.38	0.37	0.43	0.46	0.38	13.32
Осадки	0.18	0.14	0.10	0.15	0.20	0.33	0.35	0.31	0.23	0.25	0.19	—	2.61
Объем воды во всплывшем льду со снегом	—	—	—	0.67	—	—	—	—	—	—	—	—	0.67
И т о г о:	12.58	11.45	12.50	47.22	57.19	25.35	16.40	13.60	12.40	13.38	12.56	12.03	246.65
Р а с х о д													
Общий сток через створ ГЭС	15.60	14.39	14.67	23.70	54.96	22.48	15.74	14.62	13.36	13.76	13.24	15.18	231.38
Испарение	0.00	0.00	0.03	0.05	0.41	0.59	0.73	0.74	0.56	0.38	0.11	0.02	3.61
Осенний лед	0.16	0.22	0.21	0.03	—	—	—	—	—	—	0.06	0.09	0.71
И т о г о:	15.76	14.61	14.91	23.78	55.37	23.08	16.48	15.07	13.92	14.14	13.41	15.29	235.70
Аккумуляция в чаше водохранилища	—3.87	—3.69	—2.89	21.80	0.54	1.44	—1.00	—2.24	—2.25	—1.32	—1.48	—4.34	0.69
Невязка	0.61	0.45	0.52	1.43	1.14	0.84	0.83	0.69	0.66	0.46	0.61	1.00	9.12
Невязка, %	4.1	3.6	4.2	3.6	2.5	3.5	5.8	4.8	4.7	4.6	5.5	6.0	4.2
Т а б л и ц а 2. Соотношение составляющих водного баланса по месяцам													
Составляющие	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Всего
% с у м м а р н о г о п р и х о д а													
Приток основной	96.3	96.5	93.2	82.4	96.8	96.8	95.3	94.9	95.2	94.9	94.8	95.3	93.3
Приток боковой	2.3	2.3	6.0	15.8	2.8	1.9	2.6	2.8	3.0	3.2	3.7	3.2	5.4
Осадки	1.4	1.2	0.8	0.4	0.4	1.3	2.1	2.3	1.8	1.9	1.5	1.5	1.4
Объем воды во всплывшем льду	—	—	—	1.4	—	—	—	—	—	—	—	—	0.2
% с у м м а р н о г о р а с х о д а													
Сток через гидроузел	99.0	98.5	98.4	99.7	99.3	97.4	95.6	95.2	96.0	97.3	98.7	99.3	98.2
Испарение	—	—	0.2	0.2	0.7	2.6	4.4	4.8	4.0	2.7	0.8	0.1	1.5
Осенний лед	1.0	1.5	1.4	0.1	—	—	—	—	—	—	0.5	0.6	0.3

Т а б л и ц а 3
Ежегодные значения прихода-расходных составляющих
водного баланса, км³

Год	Приток ос- новной	Приток бо- ковой	Осадки	Объем во льду	Итого	Сток через гидроузел	Испарение	Осевший лед	Итого
1957	270.49	19.94	1.94	0.32	292.69	257.41	3.95	0.41	261.77
1958	262.93	12.60	2.85	0.81	279.19	274.08	3.12	0.72	277.92
1959	227.17	12.20	2.17	0.84	242.38	224.60	3.64	0.96	229.20
1960	199.53	11.23	2.40	1.01	214.17	206.67	3.42	0.87	210.96
1961	219.05	18.79	2.99	0.28	241.11	231.73	3.28	0.34	235.35
1962	242.52	14.99	3.50	0.47	261.48	241.97	3.53	0.44	245.94
1963	221.28	16.99	2.56	1.09	241.92	256.39	3.60	1.10	261.09
1964	195.93	13.59	2.18	0.53	212.23	208.14	3.32	0.55	212.01
1965	240.08	14.19	2.32	0.20	256.79	220.26	2.62	0.13	224.01
1966	292.66	14.95	2.79	1.00	311.40	292.76	4.23	0.90	297.89
1967	172.77	11.67	2.58	0.85	187.87	182.78	3.57	0.80	187.15
1968	235.86	13.83	2.71	0.15	252.55	223.24	3.74	0.18	227.16
1969	213.11	11.31	2.40	1.34	228.16	223.39	3.59	1.37	228.35
1970	258.12	14.23	3.30	0.75	276.40	266.77	3.59	0.75	271.11
1971	234.17	13.61	2.78	0.68	251.24	227.19	3.96	0.69	231.84
1972	217.08	10.38	2.07	0.95	230.48	216.08	4.77	0.92	221.77
1973	181.52	9.89	2.72	0.40	194.53	167.60	3.30	0.45	171.35
1974	265.95	13.75	2.47	0.78	282.95	262.08	3.66	0.81	266.55
1975	155.90	7.32	1.81	0.61	165.64	166.35	3.75	0.60	170.70
1976	188.23	10.04	2.62	0.52	201.41	188.13	2.86	0.68	191.67
1977	198.07	12.17	2.71	0.63	213.58	189.54	3.49	0.53	193.56
1978	288.30	15.96	3.84	0.76	308.86	276.75	3.01	0.77	280.53
1979	301.31	13.64	2.77	0.86	318.58	317.79	3.61	1.30	322.70
С р е д н е е	230.07	13.32	2.61	0.69	246.69	231.38	3.61	0.71	235.70

ляет только 5.4% общего поверхностного притока воды в водохранилище.

Обычно величина годового притока р. Волги больше, чем р. Камы, но в отдельные годы, когда степень их водности не совпадает, наблюдается обратное.

Преимущественное значение роли главнейших рек в водном балансе водохранилища сохраняется в течение всего года, однако в отдельные периоды значительный вес приобретает сток малых притоков, а также возрастает роль осадков и испарения. Большое значение могут иметь аккумуляция и сработка запасов воды водохранилища и перераспределение в годовом цикле поступления и расхода воды (Троицкая, 1974).

Вторая по значимости и абсолютной величине составляющая — боковая приточность, которая в отдельные годы дает от 3 до 8% общего притока (табл. 1—3). Основная часть годового стока боковых притоков приходится на апрель (около 25% всего общего

притока за месяц). В другие месяцы доля боковой приточности равна 2—3%.

В летне-осенние месяцы несколько увеличивается доля осадков в приходной части баланса, но даже в эти месяцы, когда наблюдается наибольшее количество осадков в году, их доля не превышает 2—2.5% в общей сумме прихода воды в водохранилище. В среднем слой осадков на зеркало водохранилища составляет 584 мм, слой испарения с его поверхности 657 мм (Никулин, 1962а, 1962б).

Расход через турбины осуществляется постоянно в течение года (83.1% общего годового стока). Сбросы через водосливную плотину — (15.2% годового стока) преимущественно в периоды повышенной водности (в апреле—мае, реже в апреле—июне). Во время сбросов воды через водосливы в весенние месяцы (апрель—май) сток через ГЭС составляет более 30% годовой величины, а в остальные месяцы расход осуществляется довольно равномерно, причем в среднем за месяц через гидроузел проходит объем воды, равный 12—15 км³, или 5—7% его годовой величины.

В период летней межени возрастает доля испарения в расходе воды из водохранилища. В отдельные месяцы (июль, август)

Т а б л и ц а 4
Характеристика весеннего периода и года по водности

Год	Приход			Характеристика	
	за год, км ³	за IV—VI, км ³	% годового	весны	года
1957	292.69	174.77	59.7	Многоводная	Многоводный
1958	279.19	164.91	59.1	То же	То же
1959	242.38	129.47	53.4	Средняя	Средний
1960	214.17	119.25	55.7	То же	Маловодный
1961	241.11	141.33	58.6	» »	Средний
1962	261.48	119.55	45.7	» »	То же
1963	241.92	133.40	55.1	» »	» »
1964	212.26	109.59	51.6	Маловодная	Маловодный
1965	256.79	133.47	52.0	Средняя	Средний
1966	311.49	186.14	59.8	Многоводная	Многоводный
1967	187.87	89.62	47.7	Маловодная	Маловодный
1968	252.55	131.24	52.0	Средняя	Средний
1969	228.15	112.12	49.1	Маловодная	То же
1970	276.40	162.54	58.8	Многоводная	Многоводный
1971	251.24	119.95	47.7	Средняя	Средний
1972	230.48	124.92	54.2	То же	То же
1973	194.53	88.94	45.7	Маловодная	Маловодный
1974	282.95	164.62	58.2	Многоводная	Многоводный
1975	165.64	73.57	44.4	Маловодная	Маловодный
1976	201.41	94.32	46.8	То же	То же
1977	213.58	103.56	48.5	» »	» »
1978	302.51	124.23	41.1	Средняя	Многоводный
1979	332.11	183.08	55.1	Многоводная	То же
С р е д н е е	246.65	129.76	52.6		

испарение составляет 4—5% общего расхода, что обусловлено большим зеркалом водохранилища и его расположением в лесостепной зоне. Значительная потеря воды на испарение является одной из особенностей гидрологического режима этого водохранилища. Так, в 1960 г. общее количество испарившейся воды составило 3,5 км³, или 1,2% всей расходной части баланса. Это на 1,1 км³ больше объема осадков, выпавших в том же году (Боровкова и др., 1962; Буторин, 1969). Значительное испарение наблюдалось и в другие годы (табл. 3).

Величины суммарного притока (табл. 4) показывают, что за весенний период в водохранилище поступает от 41,1 до 59,8% годового притока. В среднем за 23-летний период (1957—1979 гг.) приток за апрель—июнь составил 52,6% годового.

Анализируя значения годового притока, можно охарактеризовать водность года по отношению к среднему. При этом к многоводным или маловодным годам будем относить такие, которые по величине притока больше чем на 10% превышают или являются ниже среднего многолетнего суммарного притока. Из 23-летнего периода наблюдалось 7 многоводных (1957, 1958, 1966, 1970, 1974, 1978, 1979 гг.), 7 маловодных (1960, 1964, 1967, 1973, 1975, 1976, 1977 гг.) и 9 близких к среднему. Из вышеперечисленных лет самым многоводным был 1979 г., когда приток превысил средний многолетний на 35%, а маловодным — 1967 г. с недобором притока до 33%.

Не всегда многоводность или маловодность года совпадает с характеристиками весны, т. е. наполнение водохранилища может происходить не только в весеннее половодье, но и в летний период. Примером могут служить 1960, 1969 и 1978 гг.

УРОВЕННЫЙ РЕЖИМ

С созданием водохранилища коренным образом изменился уровеньный режим рек Волги и Камы. Колебания уровня воды в водохранилище во многом стали зависеть не только от естественных сезонных явлений, но и от искусственного регулирования сбросов воды в нижний бьеф через агрегаты ГЭС и водосливные сооружения.

На водохранилище осуществляется сезонное, недельное и суточное регулирование стока. Обычно после весеннего наполнения в течение 2—3 мес уровень удерживается на отметке, близкой НПУ, затем постепенно понижается к началу ледостава обычно на 4 м, а в зимний период до отметки на 6,0—6,8 м ниже НПУ, что приводит к большим изменениям параметров водохранилища главным образом вдоль мелководной зоны левого берега. Волжская ГЭС им. В. И. Ленина работает в суточном и недельном режиме: в ночные часы суток и в выходные дни нагрузка на ГЭС минимальна, а в дневные и вечерние часы резко увеличивается порой до максимальной проектной мощности.

На формирование режима уровня водохранилища основное воздействие оказывают перераспределение стока вышележащими волжскими и камскими водохранилищами и работа Куйбышевского гидроузла. В результате этого создаются колебания уровня различной периодичности (Пицык, 1971), которые усложняются воздействием гидрометеорологических факторов. Влияние на характер изменения уровня в отдельных частях водоема оказывают морфометрические особенности водохранилища: конфигурация берегов и донный рельеф.

Колебания уровня режима водохранилища обусловлены двумя причинами. Во-первых, естественными сезонными изменениями притока и искусственным регулированием сбросов воды в нижний бьеф через все гидротехнические сооружения. Во-вторых, разностью барического давления, резкими изменениями величины попусков через гидросооружения, ветровыми сгонами и нагонами и изменениями гидравлического уклона.

После перекрытия р. Волги в конце октября 1955 г. началось постепенное наполнение водохранилища, которое осуществлялось в три этапа. Первый продолжался до весеннего половодья 1956 г. За этот период уровень воды у плотины повысился на 8 м. Наиболее интенсивное наполнение отмечалось до января 1956 г. Второй этап наполнения водохранилища начался с апреля 1956 г. и проходил очень интенсивно. Зона выклинивания подпора отодвинулась вверх по Волге до Вязовых и по Каме выше Чистополя. Уровень воды в этот период превысил отметку предшествующего этапа примерно на 10 м. Третий, окончательный этап наполнения был осуществлен в период весеннего половодья 1957 г., когда уровень достиг проектной отметки.

Годовой ход уровня воды в водохранилище обуславливается главным образом величиной притока и стока. Соотношение приходной и расходной частей водного баланса непрерывно изменяется. Этим определяется характер наполнения и сработки водоема. При сезонном периоде регулирования водохранилище ежегодно в течение весеннего половодья наполняется до максимальных отметок и затем к следующему половодью срабатывается до минимальных.

Общий характер изменения уровня воды по месяцам в годовом цикле за 1957—1979 гг. по пунктам Тольятти и Вязовые показан на рис. 2. Необходимо заметить, что режим уровня в удаленных друг от друга пунктах различен; это следует учитывать при анализе и объяснении гидрологических процессов и явлений (Чигиринский, 1961).

В годовом ходе уровня водохранилища в зависимости от характера его изменения можно выделить три периода: весеннее наполнение, летне-осеннее относительно стабильное положение уровня вблизи НПУ и период осенне-зимней сработки. От периода к периоду уровень воды в водохранилище существенно меняется. В первом периоде отмечается повышение уровня на 4—9 м; во втором наблюдаются колебания при сработке и наполнении водо-

хранилища в среднем на 0.5—0.6 м; в третьем периоде уровень водохранилища постепенно понижается на 6.5 м.

Подъем уровня весной начинается во второй половине марта—начале апреля и заканчивается во второй половине апреля—начале мая. Средняя дата начала весеннего половодья для постов Вязовые и Тольятти приходится соответственно на 2 и 6 апреля. Средняя продолжительность этапа весеннего наполнения составляет 72—76 сут, наибольшая 114 (Гидрометеорологический ре-

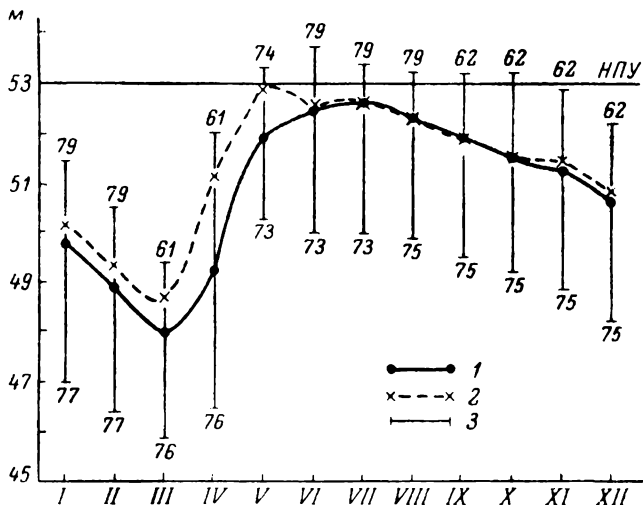


Рис. 2. Годовые колебания уровня воды Куйбышевского водохранилища по месяцам (среднее за 1957—1979 гг.).

1 — Вязовые, 2 — Тольятти, 3 — экстремальные значения уровня воды в Тольятти и годы, когда они наблюдались. По оси ординат — колебания уровня, м.

жим. . . , 1978). Средняя интенсивность роста уровня в течение этого этапа составляет 16—19 см/сут, среднее повышение уровня к концу этапа 4.9—5.6 м.

В зоне переменного подпора в период прохождения весеннего половодья гидрологические условия близки к речным. Поэтому там интенсивный подъем уровня начинается весной раньше и по величине значительно выше, чем на нижележащих пространствах.

Наполнение водохранилища весной всегда осуществляется в соответствующем режиме, рассчитанном для конкретного половодья. Отсюда и ход уровней воды за период весеннего половодья зависит от регулирующего влияния водохранилища и от заданного режима его эксплуатации (Буторин, 1969).

Период летне-осенней стабилизации уровня характерен незначительным его изменением. В первые месяцы после наполнения водохранилища боковая приточность еще в достаточной мере обеспечивает работу гидростанции и расход накопленных запасов воды из водохранилища минимален. Осенью за счет осен-

них паводков происходит даже пополнение водохранилища. В годы, когда паводки отсутствуют, происходит медленная сработка водохранилища. Значительное уменьшение приточности или более интенсивная сработка запасов воды вызывают заметное понижение уровня.

Летне-осенний период стабилизации уровня обычно продолжается 140—180 сут, реже 17—82, средняя продолжительность 114 сут. К концу периода уровень водохранилища обычно понижается в среднем на 0.6 м, а в отдельные годы на 1.3—1.8 м. Характерным для всего периода являются резкие колебания уровня, не связанные с изменением запаса воды в водохранилище и обусловленные стонно-нагонными явлениями. Благодаря им наибольшая амплитуда колебания уровня внутри периода может достигать 2.5 м.

Начальный период осенне-зимней сработки (рис. 2) характеризуется резким спадом уровня, обусловленного режимом эксплуатации водохранилища и гидрометеорологическими условиями. Наиболее интенсивная сработка водохранилища отмечается после установления ледостава, когда сток рек, питающих водохранилище, резко понижается, а расходы на ГЭС, как правило, остаются достаточно большими. Средняя интенсивность понижения уровня за сутки в этот период составляет 2.7—3.1, наибольшая — 4.2, наименьшая — 1.4 см. В отдельные годы перед весенним половодьем обычно наблюдалась значительная сработка, но она никогда не доводилась до проектной отметки. Уровни воды за этот период понижаются в среднем на 4—5 м. Наибольшая сработка наблюдалась зимой 1963—1964 гг., в результате которой уровень оказался ниже НПУ на 6.8 м (Гидрометеорологический режим. . ., 1978). Средняя продолжительность периода осенне-зимней сработки составляет 165—168 сут. Начало периода относится в среднем к 9 октября, а в отдельные годы — к концу июля—началу августа. Окончание периода определяется прекращением зимней сработки водохранилища. Вследствие зимней сработки водохранилища заливы затопленных рек и зоны переменного подпора в одни годы частично, а в другие полностью освобождаются от влияния подпора и в них создается бытовой уровень режим. Протяженность этих участков тем больше, чем глубже зимняя сработка водохранилища.

При большой годовой амплитуде колебаний уровня, составляющего в среднем около 6 м, площадь зеркала водохранилища изменяется во времени в широких пределах (от 3 до 6.5 тыс. км²), что приводит к изменению береговой линии.

Уровенный режим водохранилища, обусловленный поступлением и расходом воды, осложняется за счет изменения режима работы вышерасположенных и замыкающего гидроузлов. Суточные колебания расходов вышерасположенных гидроузлов имеют меньшую амплитуду, чем недельные, и на Куйбышевском водохранилище не прослеживаются, а изменение попусков недельного цикла отчетливо обнаруживается в зоне переменного подпора, где

образуется постепенно затухающая волна, распространяющаяся вниз по водохранилищу. Амплитуда недельных колебаний в зоне подпора превышает 100 см. Наибольшее влияние на режим уровня верхнего бьефа замыкающая ГЭС оказывает в суточном цикле регулирования. Нагрузка на ГЭС в течение суток не остается постоянной и в среднем амплитуда колебаний уровня за сутки составляет 25—35 см у Тольятти и 6—9 см у Вязовых, Тетюшей, Чистополя. Во время шторма суточная амплитуда колебаний увеличивается до 50—60 см у Тольятти и в отдельных случаях до 30 см на верхних постах.

Сгонно-нагонные денивеляции водной поверхности не упорядочены во времени и этим отличаются от периодических суточных

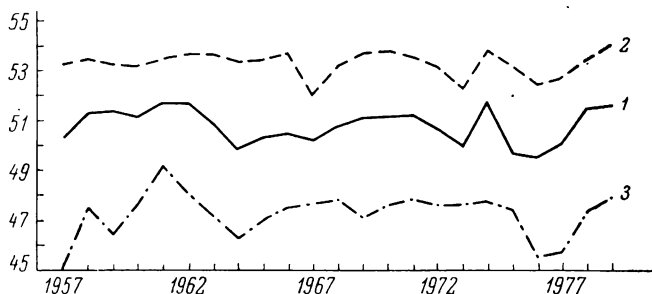


Рис. 3. Изменение средних годовых и экстремальных уровней воды Куйбышевского водохранилища (Тольятти) за время его существования по годам.

1 — средние годовые уровни воды, 2 — максимальные, 3 — минимальные. По оси ординат — колебания уровня, м.

и недельных колебаний уровня, вызываемых работой ГЭС. Для создания заметного перекоса уровня воды на водохранилище достаточно устойчивого ветра со скоростью 4—6 м/с. Наибольшая скорость ветра в период сгонов и нагонов составляет 12—28 м/с. В зависимости от направления ветра на водохранилище создаются продольные и поперечные перекосы. Ветры южной составляющей в нижней части водохранилища создают сгон уровня, в верхней — нагон, а ветры северной составляющей оказывают обратное действие. При ветрах восточного и западного направлений, дующих поперек водохранилища, перекосы уровня имеют локальный характер. Амплитуда изменения уровней воды при сгонах и нагонах колеблется в больших пределах и по абсолютной величине достигает 80—100 см, причем при южном направлении ветра общий перекос уровня воды, как правило, больше, чем при северном. Наибольшую повторяемость (53—54%) имеют сгоны и нагоны до 20 см. Продолжительность сгонно-нагонных явлений меняется в больших пределах (иногда превышает 120 ч). Нагоны более 20 ч имеют обеспеченность 88%, сгоны — больше 90% (Гидрометеорологический режим. . ., 1978).

Общее представление об изменении уровня воды в водохранилище за период его существования дает рис. 3. Здесь четко выде-

ляются годы с высоким (1961, 1962, 1966, 1970, 1971, 1974, 1978, 1979) и низким (1964, 1967, 1973, 1976) стоянием уровня.

Из хронологического графика хода среднемесячных и экстремальных уровней воды можно видеть, что только за 4 года из 23 лет максимальные уровни не превышали НПУ (1967, 1973, 1976 и 1977 гг.), а в остальное время увеличивали его до 80 см. В 1976 и 1977 гг. минимальные уровни опустились ниже проектной отметки на 6,8 м.

ТЕЧЕНИЯ

Средняя скорость стоковых течений в водохранилище составляет 2—10 см/с в зависимости от величины транзитного расхода и площади живого сечения. На постоянные течения стокового происхождения, обусловленные проточностью водохранилища, влияют течения, вызванные действием периодических и непериодических факторов: изменение уровня воды в водохранилище, скорость и направление ветра, атмосферное давление, режим работы Волжской ГЭС им. В. И. Ленина. Установлено, что неравномерная работа ГЭС вызывает значительные изменения расходов воды, а соответственно и колебания уровня, создает в нижнем бьефе волну попуска, переносящую водные массы, а в верхнем — возмущение водной массы, распространяющееся вверх против течения на 400—500 км в виде обратной волны попуска. Кроме того, на отдельных участках водохранилища наблюдаются сейши и сейшеобразные колебания, обусловленные не только работой гидросооружений, но и действием ветра (Чигиринский, 1962, 1963, 1966, 1971; Буторин, 1969).

В водохранилище направление стокового течения под ледяным покровом колеблется в больших пределах: у г. Тольятти от 30 до 240° (преобладает 72°), у г. Ульяновска от 120 до 240°, у г. Тетюши от 90 до 211°. Большие изменения наблюдаются и в скорости течения. Так у г. Тольятти пределы колебания скорости могут составлять от 2—7 до 23—27 см/с, а в среднем скорости течения в Приплотинном плесе составляют 20—30 см/с. К концу зимы скорость течения в водохранилище заметно увеличивается, что связано со сравнительно большой сработкой уровня и уменьшением живого сечения водоема при пропуске тех же расходов воды через створ гидроузла.

Задолго до очищения водохранилища ото льда происходит интенсивное его наполнение, которое продолжается при открытом русле. В это время в зоне переменного подпора происходит значительное увеличение уклонов водной поверхности, что обуславливает нарастание скорости течения здесь с 20—30 до 130—150 см/с, т. е. в 4 раза больше по сравнению с зимним периодом.

В период весеннего наполнения водохранилища в распределении скорости течения по глубине над затопленным руслом сохраняется в основном закономерность распределения скорости в реках с естественным режимом, т. е. отмечается наименьшая скорость у дна и возрастание ее к поверхности. Влияние ветра

на распределение скоростей над затопленным руслом рек Волги и Камы небольшое, так как скорость стокового течения здесь достигает 50—100 см/с, в то время как над затопленной поймой,

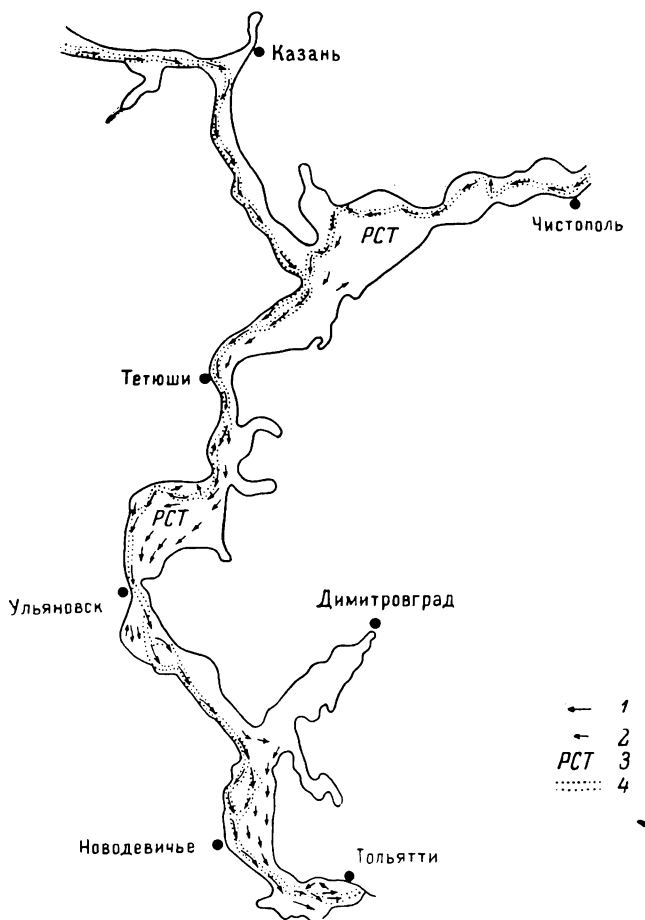


Рис. 4. Схема стокового течения в Куйбышевском водохранилище (по: П. Ф. Чигиринский, 1971).

1 — направление динамической оси водных масс, 2 — незначительные скорости, 3 — район слабого течения, 4 — затопленное русло.

где скорость течения достигает 10—20 см/с, влияние ветра более существенно (Гидрометеорологический режим... , 1978).

После прохождения пика половодья, что обычно бывает в мае и реже в июне, уровень воды колеблется в небольших пределах, максимальные и минимальные величины притока от месяца к месяцу изменяются незначительно, скорости течения резко уменьшаются.

В первой половине летне-осеннего периода (июль—август) над водохранилищем наблюдается сравнительно тихая погода с небольшими скоростями ветра, которые увеличиваются во второй половине периода и приводят к штормовым ситуациям. В это время скорость стокового течения значительно ослабевает и возрастает влияние ветра на динамику водных масс. Направление течения становится менее устойчивым, в районе слабого стокового течения часто могут наблюдаться ветровые течения.

Схема (рис. 4) стокового течения водохранилища на глубине 3 м построена по материалам наблюдений в тихую погоду или при слабом ветре на сравнительно близких среднесуточных расходах воды через створ Волжской ГЭС им. В. И. Ленина (Чигиринский, 1971). На схеме четко видна динамическая ось водохранилища, проходящая над затопленным руслом, которая свидетельствует о существовании в водохранилище районов с обратными и циркуляционными течениями. Действительно, детальные инструментальные наблюдения А. И. Елисеева (1963) в приплотинном районе показали, что в летне-осенний период на затопленной пойме по левому берегу отмечаются обратные течения со скоростью 5—6 см/с, в то время как в глубоководной части плеса на затопленном русле в направлении к плотине со скоростью 10—25 см/с.

Водохранилище проточно в течение всего года, поэтому в нем постоянно существует стоковое течение. Остальные виды течений носят временный характер и вызываются изменением скорости ветра и прохождением различного вида волн. Из временных течений в чистом виде в водохранилище в больших озеровидных расширениях наблюдается сточно-ветровое, которое не совпадает ни с направлением ветра, ни с направлением русла. Значительные колебания скорости течения обуславливают также обратные волны, возникающие вследствие неравномерной работы ГЭС и шлюзов, прямые волны, возникающие в нижнем бьефе Горьковской и Нижнекамской ГЭС вследствие их неравномерной работы, ветровые волны, стонно-нагонные явления. Все эти причины не вызывают больших скоростей течений, но изменения в них вызывают существенные (Чигиринский, 1962, 1963, 1966, 1971; Волга и ее жизнь, 1978).

ВЕТРОВОЕ ВОЛНЕНИЕ

Волнение на водохранилище отличается большим разнообразием, зависящим от скорости и продолжительности ветра, от длины разгона и от глубины водоема на пути этого разгона, от высоты и крутизны берегов водохранилища, конфигурации водоема и скорости течения воды в нем. Водохранилище ориентировано в основном в меридианальном направлении, и высокий правый берег защищает его со стороны преобладающих ветров западной составляющей. Повторяемость волнения находится в прямой зависимости от повторяемости ветра.

По условиям формирования ветровых полей на водохранилище можно выделить ряд характерных участков (Боровкова и др., 1962).

1. Озеровидные расширения, на которых глубина сравнительно равномерно увеличивается от левого низкого берега в сторону высокого правого берега. Эти участки занимают большую часть водохранилища. К ним относятся все озеровидные плесы. Наибольшие разгоны волн совпадают с направлением этих плесов. При сильном ветре значительные площади водной поверхности с достаточно большими глубинами создают благоприятные условия для развития волн.

2. Узкие глубоководные участки водохранилища, ограниченные высокими берегами, расположенные ниже г. Тетюши, у Зольных Гор, г. Ульяновска и с. Климовки. Ветро-волновые условия здесь в основном определяются их орографией, и наиболее часто наблюдается сильное волнение.

3. Участки акватории, прилегающие к хорошо разработанным оврагам и узким речным долинам, наиболее характерны для приплотинного района водохранилища, где Жигулевские горы разрезаны долиной р. Усы и глубоким Яблоневым оврагом. Овраги и узкие речные долины способствуют местному усилению некоторых направлений ветра, тем самым увеличивают размеры волн на небольших площадях.

Е. М. Федулова (1962, 1963) выделяет в самостоятельный район озеровидное мелководное Воляско-Камское расширение, отличающееся очень сложным рельефом дна с большими перепадами глубин. Волны здесь формируются в основном на глубинах 3—6 м, и только вблизи северного и западного побережий на их пути встречается узкая полоса глубокой воды.

Каждое направление ветра создает на водохранилище свои волноопасные участки. При северном ветре наиболее сильное волнение наблюдается у правого берега приплотинного района и в южных частях вышерасположенных озеровидных расширений. Южный ветер создает сильное волнение в северных и северо-западных участках всех озеровидных плесов. Ветры восточной и западной четвертей вызывают сильное волнение соответственно у правого и левого берегов, где при скорости ветра 10 м/с высота волн достигает 1.0—1.5 м, а при скорости ветра 18—20 м/с высоты волн возрастают до 2.3—3.0 м.

Наиболее сильное волнение в озеровидных плесах глубоководной зоны наблюдается при ветрах, дующих вдоль водохранилища, и ветрах с восточной составляющей. Высоты волн обычно увеличиваются в направлении от подветренного к наветренному берегу.

В целом установлено, что за безледоставный период на водохранилище преобладает волнение с высотой волн менее 0.5 м, которое чаще всего наблюдается при господствующих направлениях ветра. В некоторых случаях высоты волн достигают 0.75—1.2 м, а при штормовом волнении на отдельных участках — 2.5—3.0 м. Волнение имеет сезонный ход: летом, как правило, силь-

ное волнение наблюдается редко, а к осени повторяемость его резко возрастает (Гидрометеорологический режим. . ., 1978).

Одной из важнейших характеристик ветрового волнения следует считать величину максимальной волны. Ее высота по расчетным данным на главном судовом ходе водохранилища может колебаться от 0 до 3.4 м на разных его участках, а наблюдаемая высота максимальной волны не превышает 3.2 м.

В значительных пределах изменяются и другие параметры. Так, наибольшая зарегистрированная у г. Тольятти длина волны составила 25 м. Волна высотой 0.6 м имеет длину 10 м, а при высоте 1 м длина ее достигает уже 18 м. Заметно изменяется также период волн: при высоте около 1 м он в среднем колеблется от 1.6 до 3.1 с в зависимости от района водохранилища. Существенно изменяется и скорость распространения ветровых волн. В районе г. Тольятти при ветре юго-западного направления со скоростью 12.7 м/с она составляет 2.6 м/с, наибольшая — 7.8 м/с, а наименьшая — 0.6 м/с. Естественно, что при сложной конфигурации водохранилища на его отдельных участках параметры волн могут значительно отличаться от указанных выше величин (Буторин, 1969).

ТЕРМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ

Водохранилище характеризуется относительно однородными термическими условиями в поверхностном слое и малым изменением температуры воды по глубине. В переходные периоды весной и осенью на водохранилище преобладает гомотермия, сопровождаемая осенью интенсивным охлаждением всей водной массы. Запасы тепла, накопленного летом, практически полностью исчерпываются к моменту образования на водохранилище устойчивого ледяного покрова (Ясонов, 1962, 1963; Рутковский, 1963).

Весеннее нагревание водохранилища начинается еще при доставе за счет проникновения солнечной радиации через лед и притока поверхностных талых вод. Обычно это наблюдается во второй—начале третьей декады апреля. К моменту очищения водохранилища ото льда температура воды в поверхностном слое достигает 1—3°С, и начинается прогрев воды, идущий с разной интенсивностью на различных участках (табл. 5). Нагревание водохранилища весной идет сверху вниз, а выхолаживание наоборот.

Период летнего прогрева охватывает время от появления устойчивой стратификации по глубине до начала осеннего охлаждения водных масс в водохранилище. В этот период образуется слой скачка, наиболее резко выраженный в приплотинном районе. Небольшое, но продолжительное волнение способно вызвать перемешивание водных масс по всей толще, а следовательно, и выравнивание температуры по глубине, что четко прослеживается в средних ее значениях (табл. 6, 7).

Таблица 5

Изменение температуры воды (°C) на поверхности (над чертой)
и у дна (под чертой) водохранилища за период 1957—1979 гг. по месяцам

Плес	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	Сред- нее
Волжский	11.3	16.9	20.5	21.0	17.1	8.9	5.6	14.9
	10.6	16.5	20.0	20.9	16.2	8.4	5.1	14.5
Камский	10.5	16.7	21.1	21.0	18.2	8.0	3.3	14.7
	9.8	15.7	19.8	20.4	15.7	8.0	3.5	14.1
Тетюшский	10.8	17.0	21.0	21.2	16.3	9.0	4.9	15.0
	10.0	16.0	19.6	19.9	16.0	8.9	4.9	14.6
Ундорский	10.8	18.2	21.1	21.2	16.6	9.7	4.8	15.3
	9.7	15.3	18.6	19.3	16.5	9.5	5.0	14.0
Ульяновский	10.1	17.4	20.9	21.0	16.9	10.4	6.0	15.3
	9.0	15.2	17.9	19.6	16.9	10.4	6.0	14.1
Новодевиченский	10.4	18.1	20.6	21.6	17.1	10.8	6.1	15.4
	9.0	15.2	17.4	19.4	16.9	11.3	6.7	14.1
Приплотинный	9.3	17.3	20.3	21.0	17.0	10.4	6.9	15.2
	8.0	14.4	17.3	18.9	17.0	11.7	7.0	13.9
Черемшанский залив	11.9	18.1	21.6	21.3	15.4	8.1	3.2	15.1
	11.6	16.9	19.1	19.9	15.3	8.5	3.3	13.9
Среднее	10.6	17.5	20.9	21.2	16.8	9.4	5.0	15.1
	9.7	15.6	18.7	19.8	16.3	9.6	5.2	14.2

Период осеннего охлаждения охватывает время от начала устойчивого охлаждения водных масс водохранилища до момента образования на нем сплошного ледяного покрова. В этот период наблюдается общее понижение температуры воды и выравнивание ее по глубине. Обычно этот процесс начинается в начале сентября и заканчивается во второй—третьей декадах ноября, а в нижней части водохранилища — в начале первой декады декабря. В осенний период наиболее четко выражена термическая неоднородность вод по длине водохранилища, причем понижение температуры идет с севера на юг (табл. 5).

На рис. 5 приведена связь среднемесячных величин температуры воздуха на станции Тольятти ГМО и температуры поверхности воды в приплотинном районе за вегетационный период. Видно, что только в июне—июле температура воды и воздуха близка друг другу по абсолютной величине, в остальное время существует большая разница, обусловленная различной степенью нагрева и охлаждения как воды, так и воздуха.

Температура воды в зимний период довольно однородна и распределение ее имеет обратную стратификацию. Наблюдения

Тольяттинской ГМО на рейдовых вертикалях (Гидрометеорологический режим. . ., 1978) позволяют сделать вывод, что с увеличением глубины водохранилища теплоотдача из глубинных слоев продолжается на протяжении всей зимы, в то время как в верхней части водохранилища нулевые температуры наступают уже в январе.

Температура воды на поверхности водохранилища зависит от воздействия метеорологических факторов (ветровое волнение,

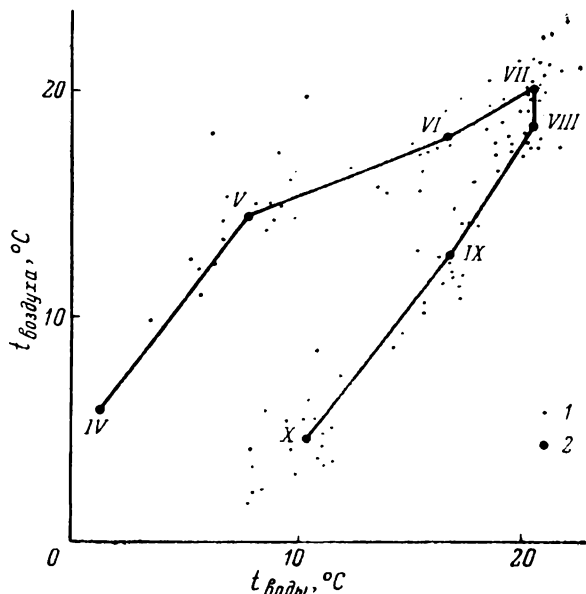


Рис. 5. Связь среднемесячных температур воздуха (Тольятти) и поверхности воды (приплотинный район).

1 — среднемесячные температуры за отдельные годы, 2 — то же за 1957—1979 гг.

течения, сгоны—нагоны), поэтому она очень резко меняется во времени и пространстве. Степень этой изменчивости в значительной мере определяется глубиной водоема. Более быстро прогреваются мелководья уже начиная с конца марта. Среднемесячная температура левобережных мелководий в мае в отдельные годы достигает 14—16 °С, тогда как на глубоководных участках правобережья она не превышает 10—11 °С. В течение июня термическая неоднородность сохраняется, в то время как в июле—августе (в период наибольшего прогрева) в поверхностном слое происходит выравнивание температуры по длине и ширине водохранилища. В это время разность среднемесячной температуры воды по длине водохранилища составляет около 0.5—0.7 °С. С начала августа, в связи с уменьшением количества тепла, поступающего на поверхность водохранилища, происходит слабое охлаждение воды, распространяющееся от зоны переменного подпора к пло-

Т а б л и ц а 6

Средняя температура воды на поверхности различных плесов
водохранилища, °С

Год	Плесы							Черемшан- ский залив	Среднее
	Водя- ский	Камский	Теглош- ский	Ундор- ский	Ульянов- ский	Новоде- вичен- ский	Припо- лтинский		
1957	14.9	14.7	15.0	15.3	15.3	15.4	15.2	15.1	15.1
1958	14.9	14.9	14.8	13.4	13.3	14.1	14.6	13.5	14.2
1959	12.9	13.2	14.5	14.6	14.4	14.3	14.2	14.8	14.1
1960	12.1	11.9	11.8	12.2	12.2	11.4	11.0	10.8	11.7
1961	15.5	14.4	14.7	15.9	15.2	15.2	14.8	16.0	15.2
1962	13.7	14.9	14.6	14.6	15.0	17.2	15.1	15.1	15.0
1963	14.9	14.7	15.0	15.3	15.3	15.4	15.2	15.1	15.1
1964	14.8	14.1	15.1	14.6	14.7	14.5	14.6	14.5	14.6
1965	14.9	14.9	15.3	15.7	15.5	15.8	15.8	16.4	15.5
1966	14.0	13.7	14.8	15.7	15.3	15.8	15.8	15.1	15.0
1967	16.5	16.1	16.3	16.9	16.3	17.0	17.3	16.4	16.6
1968	15.3	14.7	15.5	14.9	14.8	15.0	15.5	15.6	15.2
1969	13.8	14.3	15.0	15.2	15.7	15.3	16.4	14.9	15.1
1970	14.7	14.7	14.6	14.1	14.5	14.9	14.8	12.8	14.4
1971	13.7	13.9	12.9	14.4	14.2	14.3	13.8	16.0	14.2
1972	16.7	16.3	16.9	18.1	18.5	17.0	17.3	17.2	17.3
1973	16.2	15.5	15.6	15.5	15.8	16.0	15.5	14.3	15.6
1974	—	—	—	—	—	—	15.2	15.1	—
1975	17.6	17.4	17.7	17.4	18.2	18.2	17.7	18.1	17.8
1976	14.0	14.2	14.7	15.1	15.3	16.0	14.1	15.3	14.8
1977	17.8	17.5	17.6	17.6	17.1	17.0	17.2	15.9	17.2
1978	13.8	13.8	13.9	14.1	14.4	13.9	13.8	14.1	14.0
1979	14.9	14.0	15.5	15.8	15.8	17.3	16.4	16.0	15.7
С р е д н е е	14.9	14.7	15.0	15.3	15.3	15.4	15.2	15.1	15.1

тине. Средняя дата перехода температуры воды через 10 °С в осенний период приходится на 3 октября у с. Вязовые, а у г. Тольятти на 18 октября. В сентябре интенсивность охлаждения поверхностных слоев воды увеличивается. Разность температур между верхним и нижним участками водохранилища составляет около 2.5, а в октябре 3.5—4 °С. Полное охлаждение поверхностного слоя воды до 0.2 °С происходит в ноябре—начале декабря. Дата наступления нулевой температуры не всегда соответствует дате наступления ледостава, и при штормовой погоде разница составляет 5—10 дней.

Амплитуда суточных колебаний температуры воды зависит от сочетания метеорологических факторов и в первую очередь от солнечной радиации и ветра. В весенний период суточный ход температуры воды как по глубине, так и на поверхности по длине водохранилища выражен слабо. Суточная амплитуда колебаний по глубине в этот период составляет 0.4—1.0 °С. Этому способ-

Таблица 7

Средняя температура воды у дна различных плесов водохранилища, °С

Год	Плеса							Черемшан- ский залив	Среднее
	Волж- ский	Камский	Тетюш- ский	Ундор- ский	Ульянов- ский	Новоде- вичен- ский	Прило- тинный		
1957	14.5	14.1	14.6	14.0	14.1	14.1	13.9	13.9	14.2
1958	14.8	14.9	14.9	13.1	13.3	13.9	13.0	13.2	13.9
1959	12.7	12.6	13.0	12.8	12.9	12.5	12.6	12.8	12.7
1960	11.8	11.8	11.6	11.0	10.2	10.0	10.2	10.0	10.8
1961	15.4	14.2	14.3	14.0	13.0	13.1	12.2	13.1	13.7
1962	13.4	13.5	13.8	12.6	12.4	14.8	13.0	14.0	13.4
1963	14.5	14.1	14.6	14.0	14.1	14.1	13.9	13.9	14.1
1964	14.8	13.9	15.3	14.0	15.0	13.9	14.6	11.9	14.2
1965	14.7	14.4	15.0	15.2	14.9	15.0	14.4	15.8	14.9
1966	13.8	12.8	14.3	13.6	14.2	13.7	14.5	14.5	13.9
1967	16.2	15.7	15.2	15.0	14.9	15.4	14.3	15.0	15.2
1968	15.3	14.5	15.2	13.9	14.0	14.8	14.5	15.1	14.7
1969	13.2	13.9	14.6	14.2	14.5	14.4	15.2	14.3	14.3
1970	14.4	12.8	14.3	13.7	14.2	14.1	14.1	12.4	13.8
1971	13.5	13.6	12.0	13.6	13.5	13.6	13.5	14.7	13.5
1972	16.4	15.0	16.1	16.0	16.6	16.0	16.3	15.3	16.0
1973	16.2	14.9	14.8	14.3	14.6	14.7	14.5	13.7	14.7
1974	—	—	—	—	—	—	13.9	13.8	—
1975	17.4	16.7	16.9	16.2	16.6	16.4	15.8	16.2	16.6
1976	14.0	13.6	14.3	14.5	14.6	14.1	14.0	14.1	14.2
1977	17.6	16.0	16.4	15.0	14.6	14.6	14.7	14.1	15.4
1978	13.6	13.1	13.3	13.5	13.6	13.1	13.1	13.6	13.4
1979	14.7	13.0	14.8	14.0	14.7	14.9	15.2	14.8	14.5
Среднее	14.5	14.1	14.6	14.0	14.1	14.1	13.9	13.9	14.2

ствуют большие скорости течения и ветровое волнение. В летний период амплитуда суточных колебаний температуры воды на поверхности и по глубине при ясной погоде и скорости ветра 2—4 м/с составляет 8—11 °С. Ветровое волнение и течения способны вызвать полное перемешивание водных масс и выравнивание температуры воды по глубине. В осеннее время водные массы водохранилища находятся в состоянии, близком к гомотермии. Разность придонных и поверхностных температур в дневные часы суток не превышает 0.2 °С, а в отдельные годы 0.5 °С.

Анализ данных (табл. 6, 7) показывает, что к теплым годам (при температуре воды на 1 °С и более выше средней многолетней) можно отнести 1967, 1972, 1975, 1977 гг., особенно 1975-й, когда различия составили около 3 °С. К прохладным (температура воды больше чем на 1 °С была ниже средней многолетней) годам относятся 1959, 1960 и 1978 гг., особенно 1960-й, когда различия достигали 4 °С. Остальные годы были близки к средним.

Начало ледообразования и ледостава в водохранилище зависит главным образом от запаса тепла в воде и интенсивности теплоотдачи с водной поверхности.

Первые ледяные образования в виде заберегов и сала появляются 4—12 ноября первоначально в заливах рек, а затем в верхних частях водохранилища и постепенно перемещаются на юг. Глубоководный приплотинный район замерзает позднее всего. Продолжительность процесса осеннего ледообразования от появления первых заберегов до ледостава в разных частях водохранилища неодинакова и колеблется от 2 до 11 сут. По сравнению с речными условиями продолжительность периода замерзания водохранилища на 14 сут меньше, а сроки ледостава стали более ранние. Перемещение кромки ледяного покрова от верхних участков водохранилища к плотине ГЭС происходит в течение 10—20 сут и целиком зависит от погодных условий в период ледообразования (Боровкова и др., 1962; Никулин, 1963в; Широков, 1963; Ясонов, 1966; Гидрометеорологический режим. . ., 1978). Средняя продолжительность ледостава на Куйбышевском водохранилище составляет 143 сут, а до зарегулирования она составляла 138 сут.

Процесс нарастания толщины ледяного покрова на водохранилище происходит в течение всей зимы, но в разные периоды неодинаков. Наиболее интенсивное нарастание толщины льда наблюдается в начальный период ледостава при незначительном слое снега на поверхности льда. Затем интенсивность уменьшается и в большей степени зависит от суровости зимы и количества снега (Боровкова, 1971). Распределение толщины льда по длине водохранилища над затопленным руслом относительно равномерно и доходит до 75 см, до зарегулирования р. Волги средняя толщина льда была несколько больше. Распределение толщины льда по ширине водохранилища неравномерно и колеблется от 30—40 см над руслом до 60—70 см над затопленной поймой. Такое распределение толщины льда наблюдается ежегодно.

На водохранилище под влиянием сработки водной массы на 4—6 м в зимний и ранневесенний период значительная часть льда оседает на берегах, особенно на мелководьях и прибрежной части, которые составляют к концу зимы в среднем 1600 км² всей площади водоема. Толщина осевшего льда обычно не превышает 70—90 см, при этом из-за неровностей рельефа осевший лед растрескивается и трещины заносятся снегом. Наличие трещин в предвесенний период приводит к эрозионному разрушению и переформированию мелководий (Широков, 1962а, 1963).

Процесс разрушения ледяного покрова происходит под влиянием солнечной радиации, талых вод и механического взлома льда при резком подъеме уровня воды, а также под воздействием ветра. Обычно лед вскрывается во второй декаде апреля, т. е. через 5—10 сут после устойчивого перехода среднесуточной темпе-

ратуры воздуха через 0 °С. Разрушение ледяного покрова начинается в верхней части водохранилища и более интенсивно происходит над затопленным руслом и на участках сужения, где наблюдаются большие скорости течения. Но еще раньше вскрываются устья рек, берущих начало в Заволжье. Раннее вскрытие наблюдается в первых числах апреля, позднее — в конце апреля.

Окончательное очищение водохранилища ото льда происходит в среднем с 20 по 28 апреля, самое позднее — в первой декаде мая, что мало отличается от условий вскрытия и полного очищения реки до ее зарегулирования (Гидрометеорологический режим. . ., 1978).

ПРОЗРАЧНОСТЬ

Относительная прозрачность характеризует вертикальное ослабление естественного света в поверхностном слое воды, выраженное в условных единицах — глубине, м. Она зависит от количества и размеров взвешенных частиц органического и неорганического происхождения, химического состава воды, условий освещенности и ветроволновой обстановки.

Относительная прозрачность воды Волги до образования каскада водохранилища имела тенденцию к уменьшению вниз по течению от 70—80 см в верховьях Волги до 40—50 см в районе Саратова. Годовой цикл наблюдений у Саратова показал, что прозрачность изменялась от 12 см в апреле до 185 см в декабре (Бенинг, 1924).

Создание водохранилищ привело к заметным изменениям прозрачности воды. Как правило, в зоне распространения подпора она увеличилась.

На величину прозрачности наиболее существенное влияние оказывают поступление взвешенных частиц с водами весеннего половодья и дождевых паводков, размыв берегов и взмучивание донных отложений при волнении, развитие фитопланктона. Относительное значение перечисленных факторов в отдельных водохранилищах неодинаково и зависит от географического положения, хозяйственной освоенности бассейна, морфометрии водоема, гидрологического режима и характера эксплуатации (Волга и ее жизнь, 1978).

Сезонное изменение прозрачности воды по плесам водохранилища осреднено за период 1957—1979 гг. (табл. 8). Прослеживается четкое повышение прозрачности воды в летний период — с мая к июлю—августу по всем плесам. Наименьшая из средних прозрачность воды по всему водоему наблюдается в мае и составляет 0.35—0.65 м, что связано с половодьем. Абсолютная минимальная прозрачность в мае достигает 10—15 см, повышаясь до 30—60 см в летнее время. Абсолютные максимальные величины ее в мае колеблются от 60 см в Камском плесе до 210 см в Приплотинном, повышаясь до 190 и 280 см соответственно в летнее время.

Весной в водохранилище из Казанского района переменного подпора поступают значительно более осветленные волжские

Т а б л и ц а 8

Изменение прозрачности воды в водохранилище, м, по месяцам

Плес	V	VI	VII	VIII	IX	X	Среднее
Волжский	0.41	0.62	0.83	0.79	0.88	0.93	0.76
Камский	0.35	0.59	0.76	0.83	0.81	0.80	0.69
Тетюшский	0.44	0.65	1.02	0.87	1.04	0.84	0.81
Ундорский	0.46	0.83	1.13	1.10	1.13	0.92	0.93
Ульяновский	0.48	0.91	1.05	1.11	1.18	0.89	0.92
Новодевиченский	0.54	1.02	1.30	1.26	1.22	1.14	1.04
Приплотинный	0.61	1.21	1.56	1.27	1.34	1.32	1.22
Черемшанский залив	0.52	0.91	0.97	0.89	0.91	0.95	0.84
Среднее	0.48	0.84	1.08	1.02	1.06	0.97	0.90

Т а б л и ц а 9

Прозрачность воды водохранилища по плесам, м

Год	Плеса							Черемшан- ский залив	Среднее
	Волж- ский	Камский	Тетюш- ский	Ундор- ский	Ульянов- ский	Новоде- вичен- ский	Припλο- тинный		
1957	1.04	0.96	0.97	1.02	1.60	0.92	1.05	0.77	1.04
1958	0.78	0.89	1.00	0.94	0.98	1.29	1.26	0.85	1.00
1959	0.91	0.99	0.98	1.13	1.06	0.92	1.29	1.10	1.05
1960	0.90	0.89	1.14	0.93	0.75	0.62	1.11	1.03	1.05
1961	0.86	0.80	0.80	0.87	0.77	0.82	0.89	0.84	0.83
1962	0.62	0.71	0.86	0.78	0.67	0.77	0.98	0.90	0.79
1963	0.71	0.79	0.87	1.00	0.92	0.79	0.98	0.68	0.84
1964	0.67	0.69	0.90	0.85	1.11	0.84	1.00	0.73	0.85
1965	0.72	0.63	0.68	0.85	0.62	0.86	1.15	0.64	0.77
1966	0.71	0.62	0.60	1.01	0.98	0.94	1.25	0.71	0.85
1967	0.75	0.70	0.84	1.29	0.51	1.32	1.25	0.85	0.94
1968	0.76	0.50	0.78	0.95	0.86	1.17	1.46	0.72	0.86
1969	0.61	0.40	0.53	0.74	0.73	0.77	0.89	0.55	0.64
1970	0.80	0.43	0.60	0.86	0.66	0.86	1.16	0.91	0.77
1971	0.71	0.47	0.57	0.71	0.87	1.16	1.03	0.77	0.79
1972	0.70	0.51	0.62	0.77	0.86	1.18	1.37	0.58	0.82
1973	0.73	0.59	0.63	0.71	1.22	1.58	1.42	0.83	0.96
1974	—	—	—	—	—	—	1.10	1.01	—
1975	0.75	0.62	0.89	1.01	1.32	1.34	1.62	0.85	1.05
1976	0.66	0.71	0.89	0.93	1.02	1.02	1.32	0.86	0.93
1977	0.92	0.76	1.02	1.12	1.17	1.39	1.63	1.25	1.16
1978	0.66	0.70	0.78	0.85	0.95	1.08	1.29	1.02	0.92
1979	0.87	0.81	1.10	1.08	0.65	1.25	1.38	0.92	1.01
Среднее	0.76	0.69	0.81	0.93	0.92	1.04	1.22	0.84	0.90

воды, чем камские воды из Чистопольского района. Их основное перемешивание по длине водохранилища начинается обычно в районе Ульяновского плеса, а наибольшая степень осветления водных масс отмечается в этот период у плотины ГЭС. В мае основной транзитный паводочный поток с наибольшими скоростями течения и с прозрачностью воды менее 0.25 м проходит вдоль правобережья. В остальной части водохранилища водообмен более замедлен, а прозрачность воды достигает местами 0.5 м. Такой характер движения водных масс отмечается и в другие сезоны года.

Резкое понижение прозрачности воды в связи с прохождением паводочных вод в водохранилище общеизвестно (Широков, 1961, 1962б). Продолжительность стояния минимальной прозрачности воды при многоводном половодье может продлиться декаду или несколько больше; при маловодном — охватывает не более 2—3 сут (Широков, 1962б).

В летний период влияние местных факторов оказывается очень существенным, и это определяет формирование водных масс по длине водохранилища с различной повторяемостью прозрачности воды, хотя постепенное осветление по длине водоема отмечается и в это время года (табл. 8).

Большое влияние на прозрачность оказывают штормовые явления в безледоставный период. Полное волновое перемешивание от поверхности до дна и насыщение воды взвесями особенно часто отмечаются в прибрежной и мелководной зонах водохранилища, но происходит это и в глубоководной зоне.

Наибольшая неоднородность прозрачности воды по площади водоема наблюдается осенью, когда в связи со слабым водообменом создаются местные условия формирования ее режима. По длине водохранилища на прозрачность воды влияют частые штормы.

В годовом ходе прозрачность воды зависит от проточности водоема. Для водохранилища характерна большая степень подвижности водных масс. Коэффициент водообмена по водоему в целом составляет за летний период около 5. Наиболее устойчивый режим проточности с небольшими абсолютными ее показателями наблюдается в осенне-зимний период года, когда прослеживается высокая и устойчивая прозрачность воды в водохранилище и минимальная мутность. В весенний период проточность водоема наибольшая и коэффициент водообмена достигает в некоторые годы 15. В это время отмечается и самая большая мутность воды.

В табл. 9 представлены величины прозрачности воды за период существования водохранилища (1957—1979 гг.) по плесам и в среднем по водохранилищу. К годам с высокой прозрачностью можно отнести 1957, 1959, 1960, 1975, 1977, 1979-й, с малой — 1962, 1965, 1969, 1970, 1971-й. Сопоставление указанных лет с экстремальными годами по температуре поверхности воды и водности показало, что они не всегда совпадают.

В настоящее время установлено, что воды, сформировавшиеся в одинаковых физико-географических условиях, имеют устойчивый комплекс физических и химических характеристик и в определенных районах крупных водохранилищ сохраняют их продолжительное время вследствие замедленного водообмена. Кроме того, они существенно отличаются от водных масс, возникающих в процессе смещения и трансформации непосредственно в водоеме. Но с течением времени и при перемещении из одного района в другой водная масса изменяет свои первоначальные свойства, становясь более теплой или холодной, более цветной или менее цветной, более мутной или прозрачной, и удельная электропроводность ее также не остается постоянной, так как изменяется солевой и газовый состав. Таким образом, в водоеме непрерывно происходит трансформация как непосредственно его водных масс, так и вновь поступающих речных вод.

Более ранние сроки вскрытия Волги позволяют волжским водам весной заполнить нижнюю часть Волго-Камского и почти весь Тетюшский плес. В верховьях водохранилища температура поверхностного слоя воды по мере продвижения вниз постепенно повышается и в районе г. Казани по всему сечению реки иногда достигает 23°C , в то время как электропроводность практически не меняется и колеблется в пределах $260\text{--}280\text{ мкСм/см}$. Изменения рассматриваемых характеристик наблюдаются и в зоне постоянного подпора. Температура поверхностного слоя воды продолжает повышаться до Камского устья и лишь ниже впадения р. Камы до г. Тетюши происходит резкое уменьшение ее. Южнее г. Тетюши она с такой же интенсивностью вновь повышается по ходу воды, и вплоть до плотины Куйбышевской ГЭС наблюдается четко выраженная вертикальная стратификация температуры; в отдельных местах различия температуры воды на поверхности и у дна достигают 7.5°C (Буторин, 1969). В то же время электропроводность воды на этом участке водохранилища постепенно уменьшается и различия могут достигнуть 80 мкСм/см .

С началом паводка на Каме камские воды, распространяясь по бывшему руслу Камы, вклиниваются в волжскую водную массу и, несколько вытесняя ее и зимние камские, разливаются вдоль левого берега плеса, занимая при этом более мелководную его часть. Зона контакта волжских и камских масс весной прослеживается четко южнее г. Тетюши. Их различный генезис хорошо подчеркивает разную окрасенность, мутность и прозрачность. Камские воды более мутны. В результате смешения волжских и камских вод образуется новая водная масса — водохранилищная (Горин, 1971а, 1971б).

Следует отметить, что различия вод по электропроводности и температуре в заливах значительнее, чем в водохранилище. Это хорошо видно на примере Черемшанского залива, где по температуре и электропроводности весной в заливе хорошо просле-

живаются три водные массы: воды р. Большой Черемшан, водохранилища и Сусканского залива (Буторин, 1969; Горин, 1968, 1971а, 1971б).

Таким образом, в конце весны водохранилище заполняют воды различного происхождения, которые в отдельных районах характеризуются определенными значениями показателей температуры и электропроводности. Выше устья Камы водоем заполнен волжскими и камскими водами, ниже — водной массой собственно водохранилища. Уже в районе г. Тетюши водная масса водохранилища становится однородной как по глубине, так и по поперечному сечению с температурой 15—19 °С и электропроводностью 200—280 мкСм/см.

Формирование водохранилищной водной массы идет на протяжении 160 км: начинается в Волго-Камском плесе, продолжается в Тетюшском и полностью заканчивается в Ундорском. Ю. И. Горин (1971а, 1971б) выделяет в водохранилище 5 зон: 1 — зона водохранилищных вод от плотины Волжской ГЭС им. В. И. Ленина до г. Ульяновска (140 км), 2 — зона формирования водохранилищных вод от Ульяновска до начала слияния волжских и камских вод (160 км), 3 — зона камских вод от выклинивания подпора до начала слияния с волжскими водами (210 км), 4 — зона волжских вод от выклинивания подпора воды до начала слияния с камскими водами (250 км), 5 — зона заливов.

ГРУНТЫ

Процесс осадкообразования в водохранилище ведет в конечном счете к выравниванию первоначально затопленного рельефа и постепенному занесению и заилению дна. Ведущими факторами в этом процессе являются абразия и аккумуляция. Процесс осадкообразования зависит от близости источников наносов, степени их концентрации в массе воды, особенностей первоначально затопленного рельефа, скорости насыщения воды наносами и др. Главными источниками наносов водохранилища являются продукты обрушения берегов и затопленных островов (до 68% баланса наносов). Из общего количества наносов 90% их остается в Куйбышевском водохранилище. Результаты подсчета показали, что ежегодный средний слой заиления в первые годы существования водохранилища составил 8 мм (Широков, 1964, 1966, 1969).

По процессам осадконакопления Куйбышевское водохранилище подразделяется на мелководную и глубоководную зоны. Мелководная зона (около 25% общей площади) в основном приурочена к районам Левобережья, и по условиям эксплуатации водохранилища при наибольшей сработке водных запасов она может быть почти полностью осушена в предвесенний период года. Источником заноса дна этой зоны являются небольшие острова, образовавшиеся в результате затопления надпойменной террасы. Эти острова, а также берега, постепенно размываясь, являются одним из основных источников заноса и сглаживания дна мелко-

водной зоны. Особенно это характерно для мелководной зоны Волго-Камского и Тетюшского озеровидных плесов, где отложения ила происходят особенно интенсивно весной, когда насыщенность воды наносами наибольшая.

Глубоководная зона водохранилища располагается в основном по главным руслам Волги и Камы, а также по руслам более мелких рек, затопленных в период наполнения водоема. В общей сложности эта зона занимает около 50% всей площади водного зеркала. Источником заиления в этой зоне является взвесь, с уменьшением скоростей течения постепенно осаждающаяся на дно.

Между озеровидными плесами в районах сужения интенсивного заиления не наблюдается. Здесь отмечается большая подвижность выпадающих осадков, повышающаяся от одного сезона к другому. В весенний период донные отложения в этих местах наибольшие. Летом выпадающие на дно осадки приближаются по своим размерам к иловым отложениям, а осенью их крупность вновь увеличивается.

В период становления водохранилища особое значение приобрел процесс занесения, который наиболее широко был представлен в прибрежной и мелководной зонах водоема. Установлено 2 вида вдольбереговых потоков — галечные и песчаные, при этом к правобережью приурочены первые, а к левобережью — вторые.

Значительные площади ложа представлены песчаными отложениями, часть их постепенно заиливается. Мощные накопления илистых отложений наблюдаются в местах с несведенной древесно-кустарниковой растительностью. В ряде районов формируются иловые отложения со значительным преобладанием глинистых частиц (Широков, 1964).

К 1963 году (Гусева, Максимова, 1971) механический состав донных отложений водохранилища характеризовался почти полным отсутствием частиц больше 5 мм. Частицы с диаметром 0.5—1.0 мм встречались на суженных участках с большой проточностью. На участках с заиленными песками диаметр частиц снижался до 0.01—0.1 мм. Преобладающими фракциями в расширенной части водохранилища являются мелкозернистые частицы при значительной доле илистых и глинистых частиц с диаметром 0.005—0.01 мм.

По визуальным данным 1979—1981 гг. (Выхристюк, 1981) верхний слой донных отложений Куйбышевского водохранилища представлен песками, песчаными, серыми и коричневыми тонкодисперсными глинистыми илами. Намечается вполне определенная закономерность в распределении донных отложений — постепенный переход от песчаных грунтов (Волжский плес) к серым (средняя часть водохранилища) и коричневым (Приплотинный плес, Черемшанский залив) илам.

Величина естественной влажности изменяется от 11% в песчаных осадках до 81% в илистых. Содержание влаги в толще отложений колеблется в связи с изменением гранулометрического со-

става осадков, сохраняя тенденцию к уменьшению ее к нижним горизонтам за счет уплотнения.

Данные по мощности грунтов в Волго-Камском, Ундорском и Черемшанском плесах позволили при допущении стационарности условий накопления отложений и без учета степени их уплотнения и переотложения рассчитать в первом приближении скорость осадкообразования на этих участках водохранилища. Оказалось, что наиболее интенсивно накапливаются осадки в Волго-Камском плесе (ст. 45) — 5.5 см/год, в Ундорском (ст. 24) эта величина ниже — 3.6 см/год, в Черемшанском заливе (ст. 27) — 2.3 см/год.

Концентрация общего органического углерода в поверхностном слое донных отложений изменяется в значительных пределах в зависимости от типа осадков: в песках — 0.22—0.89%, в коричневых илах — 2.5—4.4%. Промежуточное положение занимают серые илы. Средняя концентрация углерода в целом для водохранилища составляет 2.17%. В сезонном аспекте изменения величин углерода небольшие, но с вполне определенной тенденцией увеличения их от весны к осени. По площади дна органическое вещество распределяется неравномерно: количество его увеличивается от верхних участков водохранилища к нижним. Указанная закономерность была отмечена и в первые годы существования водохранилища (Гусева, Максимова, 1971). Различия заключаются лишь в величинах концентрации органического вещества. Если в 1959 г. содержание общего органического вещества в поверхностном слое грунтов изменялось в пределах 0.7—20.6% (Баранов, 1964), а в 1963 г. — 0.1—16.2 (Гусева, Максимова, 1971), то к настоящему времени эти пределы стали уже 0.44—8.80% (Выхристюк, 1981).

В распределении органического вещества в толще отложений отмечается закономерное падение концентрации органического углерода сверху вниз до слоя 40—50 см. Ниже наблюдается некоторое увеличение органического углерода, связанное с результатами обогащения грунтов в первые годы формирования водохранилища.

Начатые станцией исследования по изучению взвешенных веществ, физических свойств грунтов дадут возможность уточнить скорости осадконакопления Куйбышевского водохранилища.

КОЛЕБАНИЯ АБИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

Ряд исследователей (Приймаченко, 1966б; Кожова, 1970, 1979; Кузьмин, 1974, и др.) при изучении процессов продуцирования во вновь создаваемых водохранилищах в различных климатических зонах отмечают факт вспышки первичной продукции в начальный период существования водохранилищ. Это обусловлено влиянием затопленного ложа, уменьшением скоростей течений в водохранилище по сравнению с рекой, что соответственно влечет за собой интенсивное оседание на дно взвешенных частиц и оказы-

вает воздействие на прозрачность воды, ее прогревание, увеличение глубины проникновения солнечной радиации, а это в свою очередь способствует понижению границы слоя фотосинтеза. По прост-

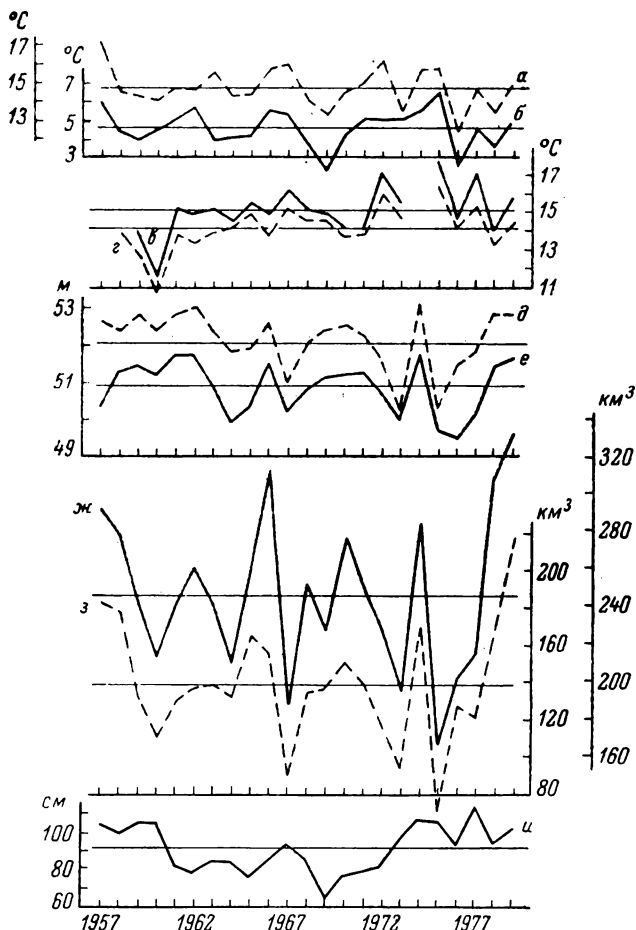


Рис. 6. Межгодовые изменения абиотических элементов водохранилища.

a — температура воздуха за вегетационный период (V—X), °C, *б* — среднегодовая температура воздуха (Тольятти ГМО), *в* — температура поверхности воды, *г* — то же у дна, *д* — колебания уровня воды за вегетационный период, *м*, *е* — среднегодовые колебания уровня воды, *ж* — суммарный годовой поверхностный приток, км³, *з* — то же за вегетационный период, *и* — прозрачность воды за вегетационный период, см. *Сплошная горизонтальная линия* — средняя многолетняя величина.

вии некоторого времени продукционные процессы снижаются и стабилизируются на каком-то уровне. Поэтому целесообразно рассмотреть колебания гидрологических характеристик в эти периоды и их влияние на продукционные процессы.

Для целей прогнозирования изменений абиотических и биотических факторов вновь создаваемых водохранилищ целесообразно

на примере уже существующих водоемов проанализировать состояние абиотических факторов в различные стадии их существования. Такая работа была проделана на примере Куйбышевского водохранилища. При рассмотрении изменчивости абиотических факторов принимались во внимание различные периоды его существования: 1957—1959 гг. — формирования, 1960—1963 гг. — стабилизации, 1964—1979 гг. — современного состояния.

Были рассмотрены изменения внешних и внутренних факторов, влияющих на жизнь водохранилища: климатических и гидрологических (рис. 6). Анализ показал, что за все время существования водохранилища колебания рассматриваемых элементов гидрологического режима происходили внутри одного климатического цикла и существенных различий между периодами не отмечается. Так, температура воздуха (Тольятти ГМО) за апрель—ноябрь колебалась в пределах 11.4—11.6 °С, в целом за год — 4.2—4.8 °С, температура поверхности воды — 11.9—12.2 °С, уровень воды — в пределах 0.6 м.

В целом за рассматриваемые промежутки времени в безледоставный период температура воздуха не менялась, т. е. климатический фон оставался без существенных изменений. Температура поверхности воды в целом также не менялась, хотя в весенне-летние месяцы (IV—VI) отмечается понижение среднемесячных температур поверхности воды от периода наполнения к периоду стабилизации, когда различия превышали 1.6° С. Это можно объяснить меньшим объемом воды в водохранилище в первый период. Действительно, если посмотреть уровеньный режим, то в период формирования водохранилища рассматриваемый уровень воды был самый низкий, особенно в январе—апреле 1957 г. Начиная с мая уровень воды в эти периоды превышал среднюю многолетнюю величину.

Приходные составляющие водного баланса существенно различаются. Так, в первом периоде были многоводными 1957 и 1958 гг., во втором — не было многоводных лет, а в третьем — к ним относятся 1966, 1970, 1974, 1978, 1979 гг., когда суммарный приход на 10% и более превышал среднемноголетнюю величину притока. Если рассматривать периоды с точки зрения водности весны или в целом года, то первый период был наиболее многоводным по сравнению со всем периодом существования водохранилища, когда величина суммарного притока водного баланса на 20% превышала многолетнюю величину. Второй и третий весенние периоды были близки к средним многолетним. Такая же тенденция отмечается и в целом за год, когда суммарный приход водного баланса на 10% превышал в первом периоде среднюю многолетнюю величину.

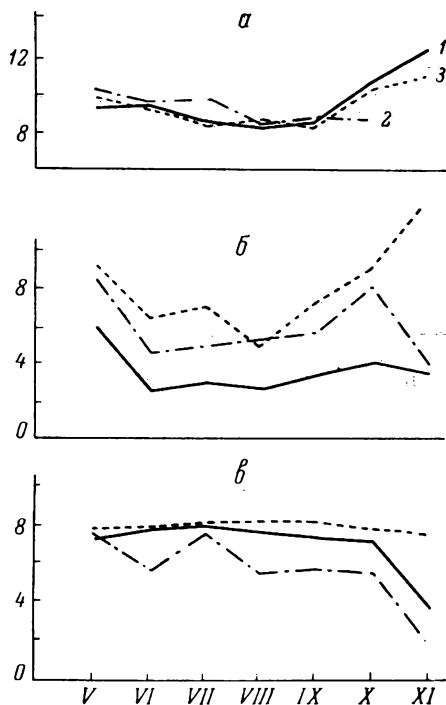
Рассмотренное изменение прозрачности воды показало, что в целом по водохранилищу наблюдается изменение прозрачности воды от начала существования водохранилища до настоящего времени. Как в средних цифрах за периоды, независимо от водности лет, так и при средней водности сохраняется тенденция

уменьшения прозрачности воды от начала существования водохранилища до сегодняшнего дня. Этот факт пока трудно объяснить.

Анализ гидрологических условий водохранилища показал, что в пределах его произошло существенное изменение режима Волги и, следовательно, среда обитания водных организмов. Поскольку условия обитания гидробионтов играют существенную роль в функционировании водных экосистем, являясь их составной частью, то изменение естественного хода природных гидрологических процессов неизбежно сказывается на различных сторонах жизни водных организмов и оказывает большое влияние на развитие биологических процессов.

Систематические наблюдения за формированием химического состава воды водохранилища непрерывно ведутся Куйбышевской станцией Института биологии внутренних вод АН СССР с первых лет его существования (с конца 1957 г.). В настоящей главе рассматриваются материалы наблюдений за вегетационный (май—октябрь) период 1958—1978 гг. В отдельные годы (1958—1960 и 1966—1968 гг.) наблюдения проводились и в зимний период. Пробы отбирались на постоянных станциях, количество которых менялось в зависимости от поставленных задач. В первые годы (1958—1960 гг.) было 68 станций, затем число их сократилось до 20—25, а начиная с 1970 г. работы проводились

Рис. 7. Сезонные изменения содержания (мг/л) растворенного кислорода (а), свободной углекислоты (б) и величины рН (в).
1 — 1958—1959 гг., 2 — 1960—1963 гг.,
3 — 1964—1978 гг.



по сокращенной сетке — на 13—14 станциях, расположенных на бывших речном русле и пойме (рис. 7, а). На каждой станции в поверхностном и придонном слоях по стандартным методикам (Алекин, 1954; Алекин и др., 1973) определяли биогенные компоненты — минеральный фосфор и азот, железо и кремний, органическое вещество по перманганатной и бихроматной окисляемости, растворенные газы (кислород, углекислоту) и величину рН. Помимо названных ингредиентов в 1966—1968 гг. анализировали органи-

ческий азот по видоизмененному методу Конвея (Болтенкова и др., 1966) и органический фосфор — как разность между общим и неорганическим фосфором (Алекин, 1954; Скопинцев и др., 1963). Результаты исследований сведены в обобщающие таблицы, содержащие средние величины за все годы наблюдений по отдельным плесам, по сезонам года и в целом для водохранилища. Все величины химических ингредиентов для поверхностного и придонного слоев, за исключением данных для газового режима, являются усредненными. Солевой состав вод основных притоков и водохранилища описан по материалам Гидрометслужбы (Гидрометеорологический режим..., 1978; Материалы наблюдений на водохранилищах, 1970—1977).

ОБЩАЯ МИНЕРАЛИЗАЦИЯ

Химический состав водной массы водохранилища определяется прежде всего химизмом вод питающих его двух главных рек: Волги и Камы, на долю которых в общем притоке приходится 90—95 %. По минерализации и соотношению ионов воды этих рек различны (табл. 10), что связано с особенностями климатических,

Т а б л и ц а 10
Солевой состав рек, % экв. (по данным ГМС, 1978)

Река	Ca^{2+}	Mg^{2+}	$\text{Na}^+ + \text{K}^+$	HCO_3^-	SO_4^{2-}	Cl^-	Σ ионов, мг/л
Волга	30.0—36.0	9.3—12.9	4.7—7.8	27.9—33.9	13.1—16.4	2.3—6.5	129.6—352.4
Кама	18.5—33.9	4.0—10.7	5.4—27.0	12.4—16.6	7.3—18.5	17.4—26.0	167.9—674.3

почвенных, петрографических и гидрологических условий их водосборных бассейнов. На солевой состав камских вод существенное влияние оказывают гипс и поваренная соль, входящие в состав распространенных в этом бассейне пермских отложений (Зенин, 1965). В ионном составе воды р. Камы из катионов преобладают Ca^{2+} и Na^+ , из анионов — в зимний период Cl^- , в весенний — HCO_3^- . В зависимости от сезона и водности года величина минерализации за много лет колеблется в широком диапазоне от 167.9 (май 1960) до 674.3 мг/л (март 1961).

Поступление солей с малыми реками, по всей вероятности, из-за незначительной их приточности (в общей сумме не более 4.5—5.0%) не оказывает существенного влияния на формирование солевого состава водной массы водохранилища.

Химический состав воды водохранилища неоднороден. Пространственная и временная дифференцированность его определяется не только разнокачественностью питающих вод, но и рядом других факторов: величиной стока, уровнем сработки объема, внутриводоемными процессами, подтоком грунтовых вод и т. д.

Наиболее высокую минерализацию во все сезоны года имеет вода в камском отроге, который сохраняет специфические особенности солевого состава и сезонные колебания, присущие р. Каме. На Волжском направлении отмечается более низкое содержание солей, особенно в весенний период (257.8 мг/л); летом и осенью концентрация их возрастает в среднем до 330.0 и 322.1 мг/л соответственно. В районе г. Тетюши (область смешения вод) минерализация приближается к средней величине между минерализацией камской и волжской воды. Центральный участок (г. Ульяновск) сформировавшейся водной массы собственно водохранилища по концентрации минеральных солей занимает промежуточное положение с максимальными значениями зимой, минимальными — в летний период. Такая же закономерность отмечается и в Приплотинном плесе, но при более низкой минерализации (табл. 11). Сдвиг минимума концентрации солей в нижних плесах с весны на лето связан с продолжительностью продвижения маломинерализованных весенних вод от верховьев к плотине. По данным А. А. Зенина (1965), время добегания воды от Волжского плеса до плотины колеблется от 15 до 138 сут, т. е. весенняя вода в отдельные годы подходит к нижним плесам только летом, понижая общую минерализацию. Неоднородность водной массы по длине водохранилища сохраняется в течение года, несколько выравниваясь в период интенсивной осенней циркуляции вод. Изменение концентрации солей по глубине незначительно (табл. 12).

В целом вода водохранилища относится к гидрокарбонатному классу, кальциевой группе, второму и третьему типам (по: Аленкин, 1948).

ДИНАМИКА РАСТВОРЕННЫХ ГАЗОВ И ВЕЛИЧИНЫ pH

Растворенные газы и pH наряду с биогенными элементами тесно связаны с биологической продуктивностью водоема. Специфику сезонной и годовой динамики газов в водохранилище определяют не только биохимические процессы (фотосинтез, деструкция органического вещества и т. д.), но и особенности динамики вод, термический режим, различия в морфологическом строении отдельных участков, значительная протяженность водохранилища и другие факторы.

За последнее десятилетие среднегодовое содержание растворенного кислорода колеблется от 7.6 до 11.5 мг/л в поверхностном слое воды и от 6.0 до 11.1 мг/л — в придонном, насыщение воды кислородом не падает ниже 60%. Концентрация свободной CO_2 остается во все годы повышенной — 2.3—15.0 мг/л (у поверхности) и 8.3—15.8 мг/л (у дна); активная реакция воды лежит в нейтрально-щелочной области с колебаниями в течение года от 7.3—8.2 единиц pH в поверхностном слое с незначительным снижением до 7.2—8.0 в придонном горизонте.

Таблица 11

Солевой состав воды водохранилища (по данным ГМС, 1970—1975 гг.), % экв.

Плес	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na+K+	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	Σ, мг/л
Зима							
Волжский	18.2—32.3 28.4	9.5—21.5 15.1	1.6—12.6 7.5	25.7—35.6 28.8	12.6—16.1 13.9	5.5—9.1 6.3	271.9—370.3 324.0
Камский	25.3—29.8 28.4	8.2—8.9 8.6	11.3—16.1 12.8	14.9—21.9 19.9	14.8—17.6 16.6	10.6—20.1 13.7	387.6—518.6 425.1
Тетюшский	26.3—30.4 27.9	3.2—13.9 11.8	8.8—18.9 10.3	20.0—23.3 22.6	15.0—18.9 15.6	8.9—14.8 11.8	312.6—446.8 411.2
Ульяновский	26.7—26.8 26.8	9.1—13.7 11.6	9.1—13.5 11.4	19.7—21.8 20.8	17.3—17.5 17.4	10.5—12.9 11.8	376.5—390.6 383.6
Приплотинный	23.7—29.4 27.0	8.3—22.8 13.9	1.4—14.9 8.9	20.2—24.8 22.7	13.9—18.0 15.6	9.2—14.1 11.9	240.7—392.6 336.8
Весна							
Волжский	17.7—30.7 21.7	5.3—7.6 7.3	13.4—23.7 21.1	12.6—27.8 21.8	15.8—29.5 20.9	6.4—7.6 7.2	224.0—290.6 257.8
Камский	19.6—29.6 24.3	4.5—9.2 6.2	11.1—24.5 19.3	16.7—24.5 21.2	7.8—17.3 15.0	8.2—24.3 14.0	226.1—597.5 320.5
Тетюшский	17.6—37.7 29.6	5.9—14.3 10.3	2.9—12.2 10.2	20.1—24.4 23.8	9.9—16.2 14.4	9.2—15.2 11.7	219.3—498.9 345.9
Ульяновский	21.6—29.5 26.9	5.4—24.7 10.6	2.0—23.0 12.4	20.4—25.6 22.1	11.9—15.5 14.1	9.4—17.1 13.9	241.2—445.6 332.5
Приплотинный	21.1—32.2 26.4	4.2—28.0 10.4	0.9—21.6 13.4	20.2—27.0 23.0	8.2—19.8 13.9	9.2—15.8 12.9	245.4—460.8 333.2

Л е т о

Воляжский	$\frac{24.8-28.6}{28.4}$	$\frac{6.6-11.3}{9.5}$	$\frac{9.2-18.2}{12.5}$	$\frac{21.4-24.9}{22.5}$	$\frac{17.2-21.5}{19.9}$	$\frac{6.8-7.9}{7.2}$	$\frac{230.9-402.8}{330.0}$
Камский	$\frac{21.7-31.7}{26.0}$	$\frac{7.6-14.0}{11.5}$	$\frac{7.6-20.4}{12.6}$	$\frac{14.5-27.2}{22.8}$	$\frac{9.0-19.2}{12.4}$	$\frac{11.2-17.7}{14.7}$	$\frac{223.8-527.6}{339.0}$
Тетюшский	$\frac{24.5-37.4}{27.6}$	$\frac{7.5-15.2}{12.5}$	$\frac{4.4-15.3}{9.8}$	$\frac{18.7-25.8}{23.0}$	$\frac{12.0-20.0}{14.6}$	$\frac{10.9-15.9}{12.5}$	$\frac{212.1-410.5}{295.0}$
Ульяновский	$\frac{21.7-32.4}{27.0}$	$\frac{5.8-20.1}{10.4}$	$\frac{5.3-18.8}{12.0}$	$\frac{16.8-24.4}{20.0}$	$\frac{11.0-19.4}{16.2}$	$\frac{11.1-17.1}{14.4}$	$\frac{170.8-386.8}{264.5}$
Приплогинный	$\frac{17.5-31.5}{25.8}$	$\frac{3.9-21.8}{13.7}$	$\frac{0.4-16.1}{10.5}$	$\frac{16.6-26.5}{21.4}$	$\frac{11.9-17.5}{14.5}$	$\frac{9.7-16.0}{14.0}$	$\frac{200.7-374.0}{269.2}$

О с е н ь

Воляжский	$\frac{18.2-29.7}{26.4}$	$\frac{10.2-21.5}{15.7}$	$\frac{1.6-10.6}{8.5}$	$\frac{24.7-35.6}{27.0}$	$\frac{15.9-17.0}{15.5}$	$\frac{7.9-8.3}{6.8}$	$\frac{271.9-361.4}{322.1}$
Камский	$\frac{25.6-28.4}{27.0}$	$\frac{7.3-11.9}{13.8}$	$\frac{5.5-9.7}{9.2}$	$\frac{17.1-22.0}{22.4}$	$\frac{13.3-15.6}{14.0}$	$\frac{11.1-19.1}{13.6}$	$\frac{328.7-375.5}{344.8}$
Тетюшский	$\frac{28.8-33.0}{31.1}$	$\frac{5.4-11.9}{10.4}$	$\frac{5.9-14.6}{8.5}$	$\frac{21.0-25.8}{26.3}$	$\frac{10.7-19.3}{13.5}$	$\frac{9.0-12.6}{10.2}$	$\frac{281.4-379.8}{330.6}$
Ульяновский	$\frac{20.2-30.5}{25.0}$	$\frac{6.1-23.0}{12.5}$	$\frac{6.8-17.8}{12.5}$	$\frac{19.4-25.1}{22.0}$	$\frac{11.6-20.1}{16.0}$	$\frac{9.8-13.8}{12.0}$	$\frac{228.3-402.6}{319.6}$
Приплогинный	$\frac{17.1-28.2}{24.5}$	$\frac{8.7-24.2}{14.8}$	$\frac{6.2-14.9}{10.5}$	$\frac{17.6-24.0}{20.3}$	$\frac{14.7-21.3}{16.6}$	$\frac{11.0-16.1}{13.3}$	$\frac{239.7-412.2}{320.7}$

П р и м е ч а н и е. Под чертой — среднее.

Т а б л и ц а 12

Распределение минерализации воды по глубине
водохранилища в 1969 г. (Гидрометеорологический режим . . . ,
1978, с. 189), мг/л

Город	Дата отбора	Горизонт отбора пробы воды		
		поверхност- ный	средний	придонный
Чистополь	20 I	471.9	492.9	480.8
Тетюши	20 II	465.9	471.8	464.1
Вязовые	12 V	177.7	179.2	174.5
Тетюши	20 V	241.5	219.1	211.4
Ульяновск	22 VII	248.6	243.5	256.0
Тольятти	21 X	308.6	260.3	260.6

Т а б л и ц а 13

Сезонные изменения концентрации растворенных газов
и величины pH в поверхностном (над чертой)
и придонном (под чертой) слоях по средним данным
за 1964—1978 гг.

Месяц	Растворенный кислород		CO ₂ , мг/л	pH
	мг/л	% насыщ.		
Май	9.8	89.1	9.5	7.5
	9.1	80.4	11.5	7.4
Июнь	9.4	95.7	6.5	7.7
	8.1	79.4	11.4	7.5
Июль	8.4	91.9	7.1	8.0
	6.7	69.8	13.1	7.7
Август	8.8	85.3	5.4	8.1
	6.5	79.9	11.9	7.7
Сентябрь	8.3	85.3	7.7	8.0
	7.9	79.9	10.0	8.0
Октябрь	10.3	88.9	9.5	7.9
	10.1	86.1	10.2	7.9
Ноябрь	11.0	87.5	11.8	7.8
	10.7	86.1	12.4	7.7

В сезонном аспекте режим растворенных газов весьма динамичен (табл. 13, рис. 7). Весной в результате поступления больших масс паводочных вод, ветрового перемешивания, наблюдается повышение концентрации кислорода — 8.9—10.5 мг/л (80—92% насыщения); изменения по вертикали и акватории водохранилища незначительны. Содержание углекислоты в поверхностном слое

колеблется в относительно высоких пределах — 6.4—12.1 мг/л, что связано, по-видимому, с поступлением CO₂ из придонных слоев в результате интенсивной весенней циркуляции воды. Величина pH не превышает 7.2—7.6. В мелководных, отчлененных участках водохранилища (Черемшанский залив), в связи с лучшим прогревом воды и ранним «цветением», содержание растворенного кислорода более высокое — 10.9 мг/л (102.4% насыщения).

Развитие фитопланктона ведет к увеличению насыщения водных масс кислородом, и часто в конце июля—начале августа воды поверхностных горизонтов оказываются перенасыщенными O₂ (101—130%); величина концентрации водородных ионов сдвигается в щелочную сторону — 8.1—8.2. В конце августа происходит снижение содержания кислорода (82—87% насыщения), что связано с интенсивным потреблением его в процессе разложения отмирающих водорослей. В летние месяцы при штилевой погоде проявляется неоднородность распределения концентраций газов в толще воды на большинстве участков водохранилища. В период весенней и осенней гомотермии содержание кислорода выравнивается во всей толще, за исключением нижних плесов, где проявляются небольшие различия между концентрациями в верхних и нижних горизонтах (табл. 14).

Т а б л и ц а 14

Разности температуры (t , °C) и процента насыщения кислородом поверхностных и придонных слоев воды (1979 г.)

Плес	Май		Июль		Октябрь	
	t	O ₂	t	O ₂	t	O ₂
Волжский	0.1	2	0.7	7	—0.2	4
Волго-Камский	0.8	3	2.0	19	0.2	5
Тетюшский	0.1	2	2.0	14	—0.1	3
Ундорский	0.3	3	5.3	48	—0.3	2
Ульяновский	0.6	1	2.7	17	0.1	4
Новодевиченский	4.4	20	2.1	21	—0.1	6
Приплотинный	2.6	16	2.1	14	—0.1	2
Черемшанский залив	3.1	14	10.2	78	0.0	3

Снижение температуры воды и усиление осенней циркуляции вод способствуют новому подъему содержания кислорода — 10.2—11.9 мг/л (81—88%). К началу зимы воды достаточно насыщены кислородом. Концентрация его в открытых глубоководных участках к концу зимы снижается почти в 2 раза, но не падает ниже 5—6 мг/л; в заливах и мелководьях она уменьшается в 7—10 раз (0.3—0.5 мг/л), при этом содержание CO₂ значительно возрастает — до 27.7—32.0 мг/л, а pH снижается до 7.0—7.1, т. е. на этих участках создается весьма напряженный газовый режим, что приводит к заморам (Гусева, 1961, 1963; Гусева, Шаронов, 1962).

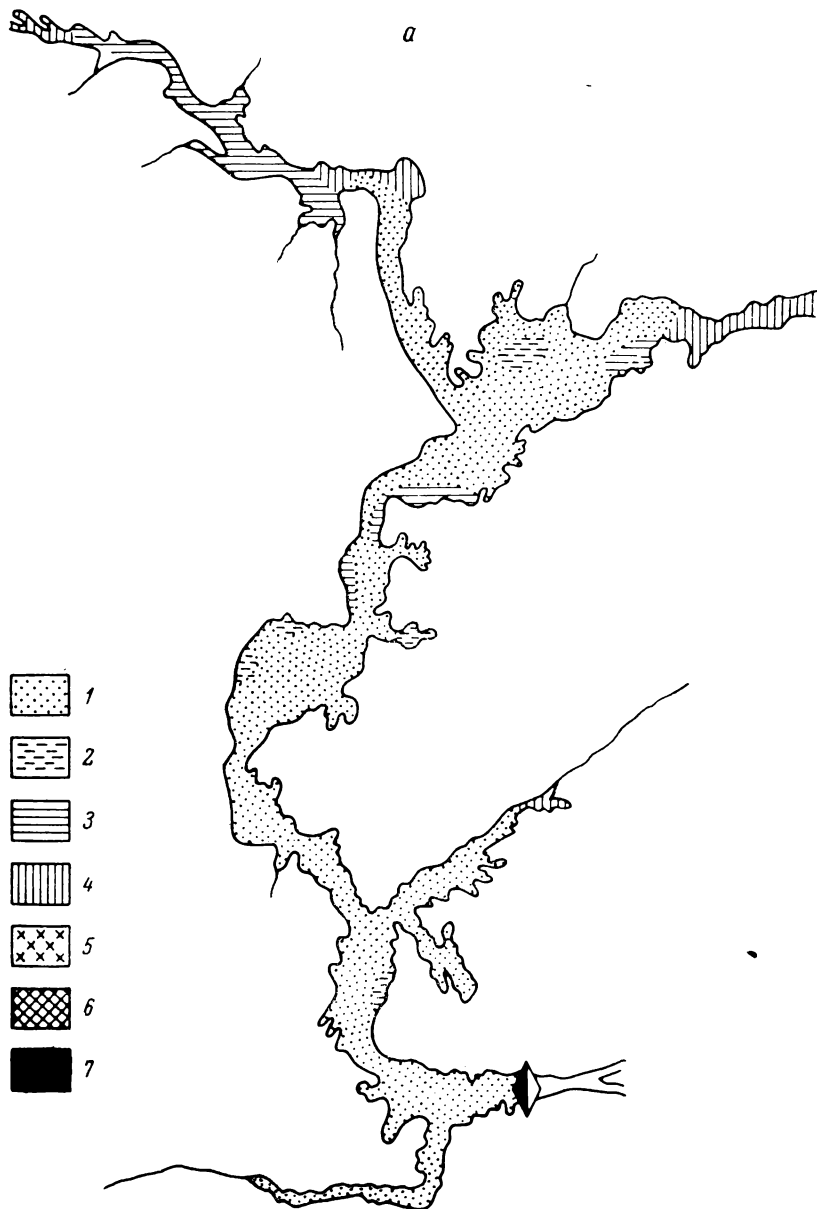


Рис. 9. Распределение свободной углекислоты в поверхностном (а) и придонном (б) слоях в июле 1962 г., мг/л.

1 — 0—2, 2 — 2—4, 3 — 4—8, 4 — 8—12, 5 — 12—16, 6 — 16—20, 7 — свыше 20.

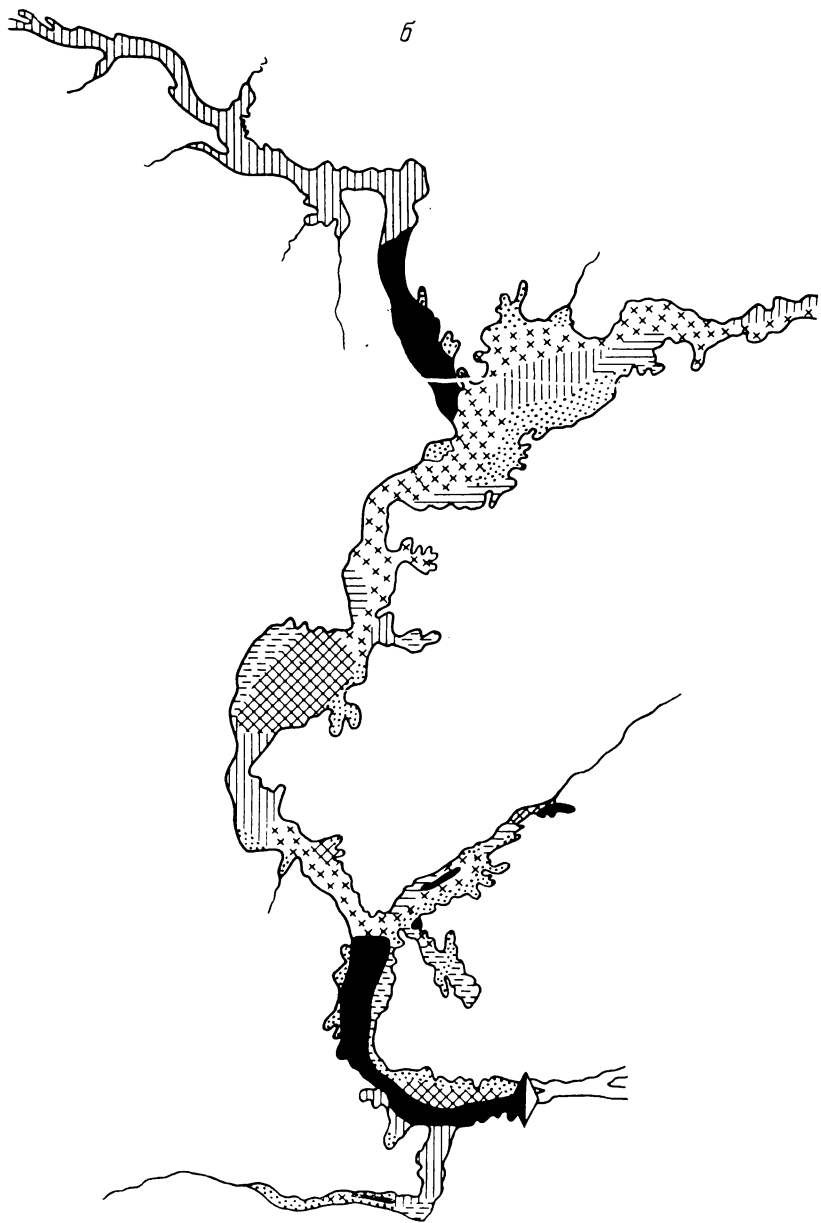


Рис. 9 (продолжение).

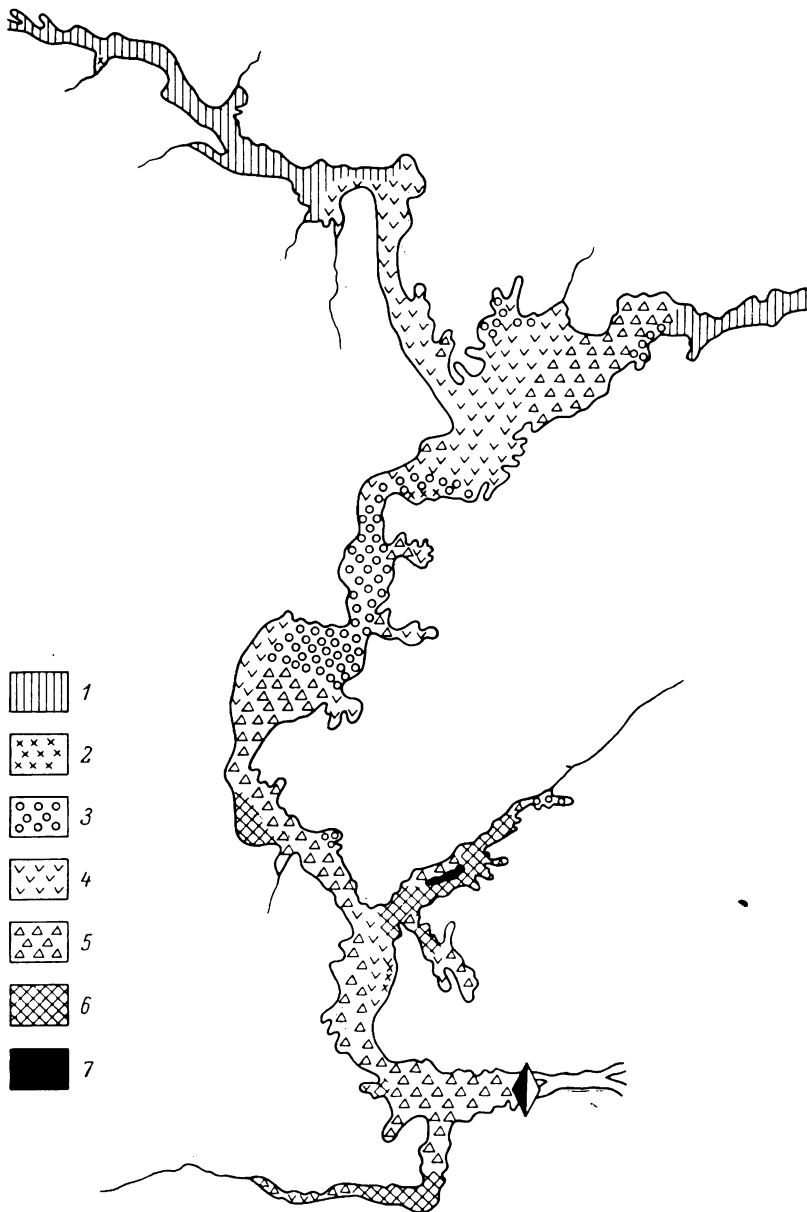


Рис. 10. Распределение величины рН в поверхностном слое в июле 1962 г.
 1 — 7.6—7.8, 2 — 7.8—8.0, 3 — 8.0—8.2, 4 — 8.2—8.4, 5 — 8.4—8.6, 6 — 8.6—8.8,
 7 — 8.8—9.0.

и величины рН, снижение свободной CO_2 . Летом характерна большая пестрота в насыщении воды газами в зависимости от интенсивности физико-химических и биохимических процессов (рис. 8, 9, 10).

Особо в это время выделяются заливы и мелководные районы, где благодаря лучшей и ранней прогреваемости и более раннему развитию фитопланктона наблюдаются самые высокие значения кислорода (до 200%) и рН (9.2); содержание CO_2 снижается, иногда до аналитического нуля.

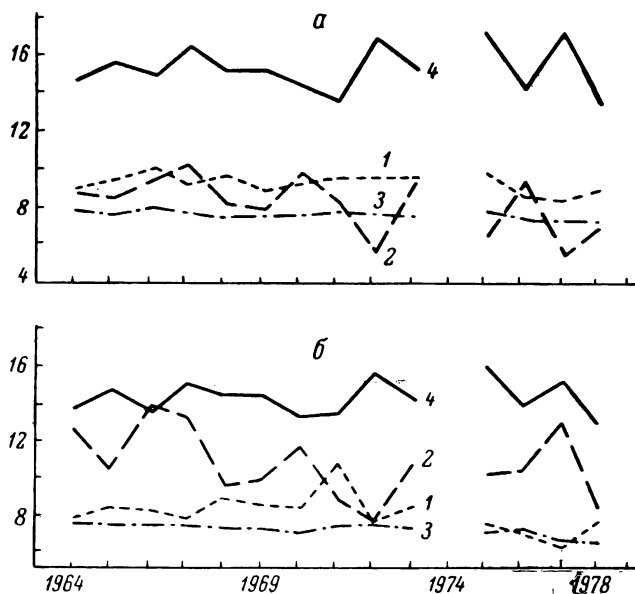


Рис. 11. Среднегодовые изменения концентрации O_2 , CO_2 , мг/л, величины рН и температуры воды, $^{\circ}\text{C}$, в поверхностном (а) и придонном (б) слоях.

1 — растворенный кислород, 2 — свободная углекислота, 3 — рН, 4 — температура.

В течение многих лет сохраняется тенденция некоторого увеличения насыщенности воды кислородом, роста величины рН и понижения свободной углекислоты к нижним плесам водохранилища (табл. 15).

К оценке межгодовых изменений концентраций растворенных газов, так же как и сезонных колебаний, надо подходить с большой осторожностью из-за высокой их динамичности. Однако некоторую закономерность изменений концентраций O_2 и CO_2 по годам можно отметить. Так, в жаркие, маловодные с массовым развитием фитопланктона (до 16.76 г/м^3) 1972 и 1975 гг. насыщение воды кислородом было наибольшее (98—105%), содержание свободной углекислоты низкое (5.0—6.0 мг/л), рН достигла 8.25

(Гусева, 1975; Третьякова, 1979). Близок к этим показателям и самый многоводный 1966 г. В остальные годы амплитуда колебаний годовых величин газовых составляющих невелика (рис. 11).

РЕЖИМ БИОГЕННЫХ И ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

Биогенные элементы

Азот. Соединения азота весьма динамичны, поэтому пестрая картина распределения различных форм азота в водохранилище, которая наблюдалась за многолетний период, часто трудно объяснима. Преобладающее значение в водохранилище имеет азот органических веществ. Его концентрация в верхнем слое воды изменяется от 0.61 до 2.5 мг/л. Среди минеральных форм преобладает азот нитратов — 0.01—0.9 мг/л, далее следует аммонийный до 0.32 мг/л и нитритный азот до 0.177 мг/л.

В сезонной динамике отдельных форм минерального азота, несмотря на сложность распределения, выявлены некоторые закономерности (табл. 16, рис. 12). Весеннее повышение концентрации азота обусловлено главным образом увеличенным поступлением его с паводковыми водами. Наблюдавшиеся колебания содержания минерального азота в летне-осенние месяцы обусловлены биохимическими процессами, связанными с образованием и распадом органического вещества, с процес-

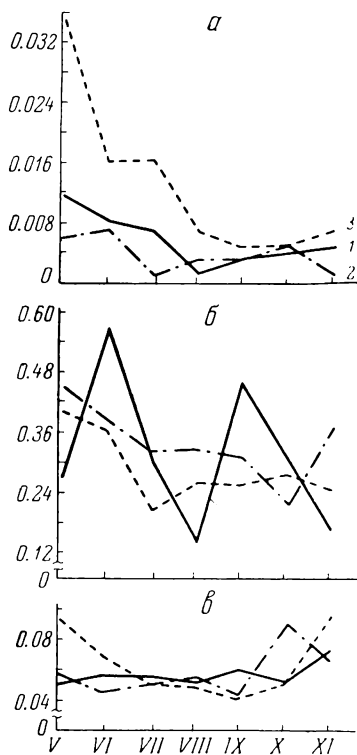


Рис. 12. Сезонная динамика содержания нитритного (а), нитратного (б) и аммонийного (в) азота, мг/л.

1 — 1958—1959 гг., 2 — 1960—1963 гг., 3 — 1964—1978 гг.

сами нитрификации. В период интенсивного развития водорослей (VI—VII) содержание азота наименьшее; при регенерации органического вещества (отмершего фитопланктона) концентрация его возрастает иногда до величин, характерных для весны.

Представление о типичных изменениях в содержании азота и других биогенных элементов в течение годового цикла дают наблюдения, проведенные в средние по водности годы — 1968 (для Волжского плеса) и 1971 (для всего водохранилища) (табл. 17, 18).

Т а б л и ц а 16

Среднемноголетнее (1964—1978 гг.) содержание химических компонентов в воде водохранилища

Месяц	Биогенные элементы, мг/л						Цветность, гра- дусы	Органическое вещество		Отношение перман- ганатной окисле- мости к бихромат- ной, %
	Fe	Si	Р минерал.	NO ₂	NO ₃	NH ₄		перманга- натная окис- лительность, мг О/л	бихроматная окислитель- ность, мг О/л	
				мг N/л						
Май	0.15	3.36	0.027	0.035	0.40	0.09	42	8.4	31.0	27
Июнь	0.09	3.00	0.018	0.016	0.36	0.07	37	8.9	31.1	28
Июль	0.09	2.07	0.018	0.016	0.20	0.05	37	8.6	32.5	27
Август	0.06	1.80	0.024	0.007	0.26	0.05	37	8.2	29.9	28
Сентябрь	0.05	1.71	0.023	0.005	0.25	0.05	34	8.4	30.3	28
Октябрь	0.07	1.62	0.029	0.005	0.28	0.05	29	8.1	27.5	30
Ноябрь	0.05	1.52	0.029	0.007	0.25	0.09	31	7.2	24.8	29

Т а б л и ц а 17

Содержание азота, фосфора, железа и кремния в Волжском плесе, мг/л, 1968 г.

Месяц	N _{минерал.} , мг N/л				N _{органич.}	ΣN	P			Fe	Si
	NO ₃	NO ₂	NH ₄	Σ			P _{минерал.}	P _{органич.}	ΣP		
Январь	0.62	0.008	0.15	0.78	1.05	1.83	0.015	0.033	0.048	0.10	6.1
Февраль	0.49	0.002	0.14	0.63	1.11	1.75	0.025	0.033	0.058	0.05	1.7
Март	0.45	0.003	0.19	0.64	0.91	1.55	0.007	0.049	0.056	0.11	1.7
Апрель	0.83	0.015	0.15	0.99	1.45	2.44	0.028	0.026	0.054	0.15	1.6
Май	0.90	0.003	0.06	0.96	1.45	2.41	0.055	0.071	0.126	0.12	2.6
Июнь	0.90	0.006	0.05	0.96	1.30	2.26	0.017	0.099	0.116	0.18	3.0
Июль	0.67	0.005	0.08	0.76	0.91	1.67	0.055	0.050	0.105	0.22	1.9
Август	0.67	0.003	0.05	0.72	0.90	1.62	0.041	0.033	0.074	0.01	1.8
Сентябрь	0.22	0.001	0.05	0.28	1.25	1.52	0.050	0.042	0.092	0.04	3.2
Октябрь	0.22	0.004	0.06	0.28	0.94	1.22	0.033	0.059	0.092	0.05	5.9
Ноябрь	0.22	0.007	0.05	0.28	0.85	1.13	0.046	0.032	0.078	0.03	2.4
Декабрь	0.22	0.008	0.06	0.29	0.94	1.23	0.040	0.046	0.086	0.04	2.4
С р е д н е е	0.54	0.005	0.09	0.63	1.11	1.71	0.035	0.048	0.082	0.09	2.9

Содержание минеральных соединений азота по годам колеблется в значительных пределах с максимальными величинами (0.23—0.56 мг/л) в средне- и многоводные годы и минимальными (0.16—0.17 мг/л) — в маловодные, высокоурожайные по биомассе водорослей годы (рис. 13). Среднемноголетняя концентрация минерального азота — 0.372 мг/л. По отношению к общему азоту минеральный составляет 30—40%.

Т а б л и ц а 18

Содержание азота, фосфора, железа и кремния в поверхностном (над чертой) и придонном (под чертой) слоях воды водохранилища в 1971 г., мг/л

Месяц	NO ₃	NO ₂	NH ₄	Р _{минерал.}	Fe	Si
Май	0.27	0.036	0.12	0.012	0.06	3.42
	0.28	0.035	0.11	0.014	0.08	2.23
Июнь	0.57	0.004	0.06	0.001	0.04	1.81
	0.59	0.004	0.06	0.001	0.04	1.97
Июль	0.16	0.004	0.06	0.008	0.05	1.06
	0.16	0.004	0.05	0.007	0.06	1.14
Август	0.55	0.007	0.10	0.023	0.04	1.37
	0.46	0.008	0.07	0.023	0.05	1.74
Сентябрь	0.35	0.003	0.04	0.021	0.06	0.57
	0.32	0.003	0.03	0.020	0.07	1.43
Октябрь	0.38	0.004	0.03	0.032	0.04	1.05
	0.37	0.003	0.03	0.030	0.04	1.05
Ноябрь	0.29	0.014	0.04	0.023	0.04	1.34
	0.29	0.009	0.03	0.020	0.07	1.18

Вертикальное распределение различных форм азота находится в прямой зависимости от ветрового перемешивания водных масс. Летом, как правило, наибольшее содержание азота наблюдается в придонном слое. При весенней и осенней циркуляции вод происходит выравнивание его концентраций во всей толще. Однако в годы высокой водности на расширенных участках водохранилища, и особенно в Приплотинном плесе, наблюдается заметное расслоение вод по содержанию азота не только летом, но и весной. При этом градиент падения азота, в частности аммонийного, достигал более 0.15 мг/л.

Минеральный азот распределяется по площади водохранилища относительно равномерно, и только в Черемшанском заливе и Волго-Камском плесе наблюдается снижение концентрации аммонийного и нитратного азота.

По данным 1966—1968 гг. выявилась тенденция повышения концентраций органического азота в нижней части водохранилища во все периоды года с максимумом (1.8—2.1 мг/л) в осенние месяцы (Гусева, 1977).

Фосфор. Весной количество минерального фосфора в воде водохранилища несколько повышено, летом идет его снижение, а к концу лета—началу осени оно вновь повышается и достигает максимума в осенне-зимние месяцы (табл. 16, 18, рис. 14). Эти изменения обусловлены сезонными явлениями в жизни фитопланктона и динамикой вод. С началом вегетации водорослей

содержание минерального фосфора снижается с 0.030—0.040 мг/л в декабре—январе до 0.015—0.028 мг/л — в мае, минимум приходится на июнь—июль. В отдельные годы (1972, 1975) с массовым развитием синезеленых — *Aphanizomenon flos-aquae*, *Microcystis aeruginosa* — концентрация фосфатов может снижаться до аналитического нуля. С отмиранием летнего фитопланктона, падением температуры и усилением ветрового перемешивания водных масс происходит довольно быстрое нарастание содержания фосфора,

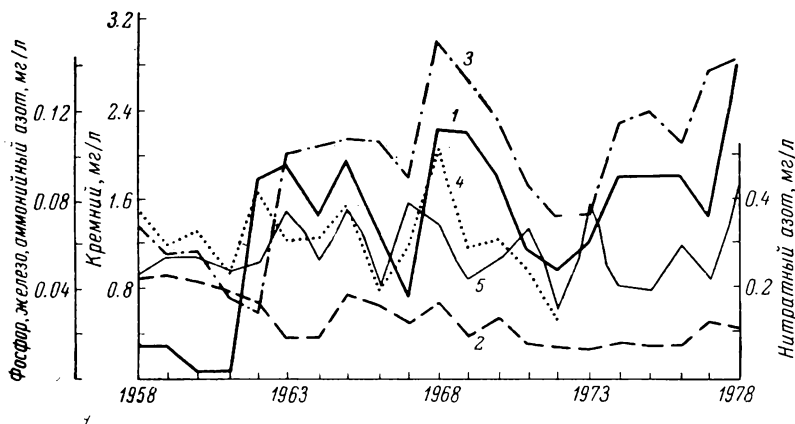


Рис. 13. Среднегодовые изменения содержания биогенных элементов, мг/л. 1 — железо, 2 — минеральный фосфор, 3 — кремний, 4 — нитратный, 5 — аммонийный азот.

в первую очередь органических его соединений. К сентябрю—октябрю концентрация минерального фосфора уже составляет 0.022—0.052 мг/л, а органического — 0.040—0.104 мг/л. В целом во все сезоны года органический фосфор является преобладающей формой этого химического элемента (Гусева, 1977).

Больших колебаний содержания отдельных форм фосфора в толще воды не обнаружено. Заметные различия (0.010—0.020 мг/л) между поверхностными и придонными горизонтами выявлены в нижних плесах и Черемшанском заливе во время «цветения» воды; концентрация фосфора увеличивается в придонном слое.

По акватории водохранилища минеральный фосфор распределяется относительно равномерно. Исключение представляет Волго-Камский плес, где содержание фосфатов ниже, что связано с влиянием камских вод, обедненных фосфором (табл. 19). Органический фосфор распределяется подобно органическому азоту, т. е. несколько повышенные значения в верхних плесах и в Черемшанском заливе — 0.040—0.055 мг/л, на других участках — 0.032—0.037 мг/л.

В многолетнем плане минеральный фосфор испытывает значительные колебания (рис. 13). За период 1960—1978 гг. разница

между максимальной и минимальной его концентрациями составила 0.028 мг/л, т. е. примерно в 3 раза максимум содержания Р превышал его минимум. Наиболее высокое содержание минерального фосфора отмечено в 1960—1961 гг. — 0.043 мг/л, наименьшее — 0.015 мг/л в маловодные, жаркие, высокоурожайные по биомассе водорослей 1972 и 1975 гг.

Железо в воде водохранилища присутствует в небольших количествах (0.03—0.49 мг/л, среднегодовое (многолетнее) — 0.083 мг/л.) Большая часть железа поступает в водохранилище с водами притоков, что приводит к росту общего его содержания весной (в среднем больше 0.1 мг/л). Основная масса его соединений, видимо, находится в форме коллоидов и взвешенных частиц железосодержащих минералов терригенного происхождения, поскольку обогащение вод кислородом вряд ли благоприятствует растворению железа.

Характер сезонных и годовых изменений содержания железа близок к особенностям динамики минеральных форм азота и фос-

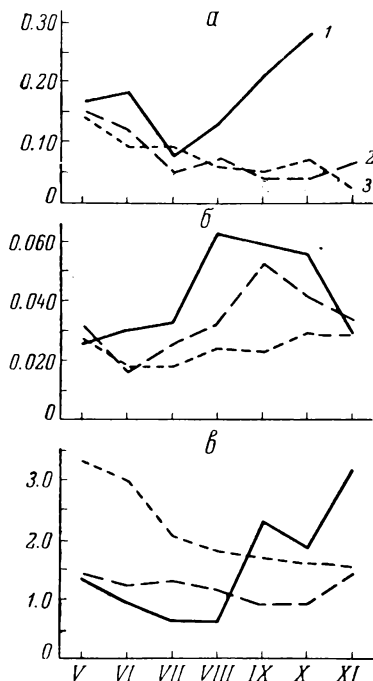


Рис. 14. Сезонная динамика содержания железа (а), минерального фосфора (б) и кремния (в), мг/л.

1 — 1958—1959 гг., 2 — 1960—1963 гг., 3 — 1964—1978 гг.

фора (табл. 15—17). В связи с массовым вегетированием синезеленых и зеленых водорослей летом количество железа падает до минимума 0.01—0.06 мг/л. В позднееосеннее и зимнее время часть коллоидного железа подвергается коагуляции и осаждению, осаждается и взвешенное терригенное железо; концентрация его в водной толще вновь уменьшается. Распределение общего железа по отдельным участкам водохранилища тесно связано с водным стоком. Весной в годы большой водности (1966, 1970, 1979) содержание железа наибольшее (0.07—0.39 мг/л) и в основном сосредоточивается в водах Волжского и Камского плесов. Ниже по течению концентрация его уменьшается. В маловодные и средневодные годы содержание железа падает в 1.5—3 раза по сравнению с многоводными. Его минимальные концентрации (0.03—0.05 мг/л) наблюдались весной маловодного 1967 г., когда раннее прогревание воды вызвало вспышку раннего ее «цветения».

Т а б л и ц а 19

Среднеголетнее (1964—1978 гг.) содержание химических компонентов в воде водохранилища по плесам

Плес	Биогенные элементы, мг/л						Окисляемость		Отношение перманганатной окисляемости к бихроматной, %
	Fe	Si	Р минерал.	NO ₂	NO ₃	NH ₄	перманганатная, мг O/л	бихроматная, мг O/л	
				мг N/л					
Волжский	0.13	1.88	0.021	0.014	0.31	0.06	9.4	30.8	30
Волго-Камский	0.09	2.22	0.015	0.009	0.27	0.06	8.5	31.8	27
Тетюшский	0.09	2.04	0.023	0.010	0.31	0.06	8.7	30.4	29
Ундорский	0.09	2.14	0.024	0.011	0.30	0.06	8.3	28.9	29
Новодевиченский	0.07	2.36	0.023	0.017	0.28	0.07	8.2	30.4	27
Приплотинный	0.08	2.46	0.025	0.017	0.32	0.07	8.0	28.9	27
Черемшанский залив	0.06	2.32	0.028	0.018	0.30	0.05	7.5	29.5	25
Среднее для водохранилища	0.08	2.22	0.023	0.013	0.30	0.06	8.4	30.0	28

Кремний. Режим кремния в течение года довольно динамичен, поскольку этот элемент относится к органогенным компонентам, изменения которых тесно связаны с жизнедеятельностью диатомей. Сезонная динамика содержания кремния в водохранилище находится в прямой зависимости от численности диатомовых водорослей, которые, по данным Е. Я. Андросовой (см. настоящую работу, с. 102—111), занимают одно из ведущих мест в биомассе растительного планктона водоема. Максимум (до 6.0 мг/л) содержания кремния повсеместно отмечается зимой (Гусева, 1977); в период весенней вспышки развития диатомей количество его снижается в 1.5—2 раза. Второй спад наступает осенью, когда активизируется потребление его диатомовыми водорослями. В отдельные годы (1977, 1978) содержание кремния в центральных плесах падало до 0.05—0.16 мг/л, что, по мнению К. А. Гусевой (1952), ограничивает нормальную вегетацию диатомовых водорослей. Летний пик концентрации кремния приходится, как правило, на август, реже — на июль—август.

Межгодовые различия содержания кремния в поверхностном слое проявляются достаточно отчетливо. Средняя многолетняя величина концентрации кремния за вегетационный период равна 2.22 мг/л с колебаниями по отдельным годам от 1.09 до 3.69 мг/л в зависимости от гидрометеорологических особенностей года.

Органическое вещество

Органическое вещество (ОВ) водной толщи водохранилища, как и в любом другом водоеме, представлено животными и растительными организмами и продуктами их распада. «Косное» орга-

ническое вещество определялось по данным бихроматной и перманганатной окисляемости воды. Некоторое представление об относительном содержании ОВ в водоеме дает цветность воды, выраженная в градусах по платино-кобальтовой шкале. В первые годы существования Куйбышевского водохранилища цветность изменялась в пределах 55—65°, в последующие годы — 24—39°. В целом цветность воды в Куйбышевском водохранилище за вегетационный период на 25—30° ниже, чем в Ивановском и Рыбинском, что связано с особенностями формирования поверхностного стока, главным образом с большей заболоченностью верхневолжского бассейна.

Перманганатная окисляемость в исследуемые годы варьировала от 5.8 до 10.8 мг О/л; бихроматная — от 24.3 до 44.2 мг О/л, что соответствует 12—33 мг/л сухого беззольного органического вещества. В сезонной динамике величин окисляемости и цветности воды для всего водохранилища в целом выявилась следующая закономерность. Во время паводка (май, июнь) и летом уровень этих показателей относительно высок. Наименьшее их значение отмечается обычно в октябре—ноябре. Весенний пик цветности и окисляемости совпадает с увеличенным выносом взвешенных и растворенных органических веществ паводочными водами с площади бассейна. Повышенная окисляемость в июле—августе связана с увеличением количества автохтонного ОВ в результате интенсивного развития планктона. Более четко это выражено для бихроматной окисляемости, средняя величина которой летом остается на уровне весенних показателей, а в отдельные годы с благоприятными условиями для развития водорослей даже превышает их. В позднесенний и зимний периоды показатели ОВ самые низкие в связи с затуханием фотосинтеза, седиментацией взвешенных частиц (табл. 16, 20). В вертикальном направлении заметное расслоение вод по значениям окисляемости — градиент изменения 3—18 мг/л — наблюдается весной и летом; осенью, когда идет интенсивное перемешивание водных масс, окисляемость практически одинакова во всей толще.

Содержание ОВ в водах водохранилища значительно различается по годам (рис. 15, табл. 20). В многоводные годы показатели окисляемости и цветности повышались по сравнению с маловодными в 1.5—2 раза.

По акватории водохранилища цветность и окисляемость воды изменяются в небольших пределах с тенденцией снижения от верхних участков к нижним (табл. 20, рис. 16, 17). Перманганатная окисляемость выше в Волжском плесе — в среднем 9.4 мг О/л, а самая низкая в Черемшанском заливе — 7.5 мг О/л. В остальных плесах ее распределение сравнительно равномерно. Распределение бихроматной окисляемости по плесам характеризуется большей неоднородностью. Ее градиент между максимальным и минимальным значениями достигает 2.9 мг О/л. Распределение показателей ОВ вдоль оси водохранилища обусловлено, с одной стороны, усилением седиментации взвешенных органических ча-

Т а б л и ц а 20

**Показатели органического вещества в различные по водности годы
(многолетние данные)**

Водность года	Весна	Лето	Осень	За вегета- ционный период (среднее)
---------------	-------	------	-------	--

Цветность, градусы

Многоводный	20—66	20—58	18—60	18—66
	<u>36.4</u>	<u>36.5</u>	<u>33.3</u>	<u>35.4</u>
Маловодный	18—64	18—66	20—64	18—64
	<u>30.1</u>	<u>29.9</u>	<u>29.0</u>	<u>29.6</u>
Средневодный	20—64	18—68	18—68	18—72
	<u>38.0</u>	<u>31.2</u>	<u>28.3</u>	<u>32.7</u>

Перманганатная окисляемость, мг О/л

Многоводный	4.7—19.4	6.7—19.0	7.0—11.4	4.7—19.4
	<u>11.1</u>	<u>8.5</u>	<u>8.2</u>	<u>9.3</u>
Маловодный	4.2—11.4	5.3—13.1	4.9—13.9	4.2—13.9
	<u>7.4</u>	<u>7.6</u>	<u>6.8</u>	<u>7.2</u>
Средневодный	5.6—11.4	5.9—11.9	4.9—12.1	4.9—12.1
	<u>8.5</u>	<u>8.3</u>	<u>7.4</u>	<u>8.0</u>

Бихроматная окисляемость, мг О/л

Многоводный	18.4—48.6	18.4—47.1	17.4—39.5	17.4—48.6
	<u>31.0</u>	<u>30.1</u>	<u>25.9</u>	<u>29.0</u>
Маловодный	18.3—43.9	17.8—34.0	18.2—36.5	17.8—43.9
	<u>26.2</u>	<u>27.4</u>	<u>25.0</u>	<u>26.2</u>
Средневодный	18.2—46.4	20.4—40.0	20.1—50.9	18.2—50.9
	<u>27.8</u>	<u>27.9</u>	<u>26.9</u>	<u>27.5</u>

Отношение перманганатной окисляемости к бихроматной, %

Многоводный	36	28	31	32
Маловодный	28	27	27	27
Средневодный	31	29	27	29

П р и м е ч а н и е. Над чертой — пределы колебаний, под чертой — средние значения.

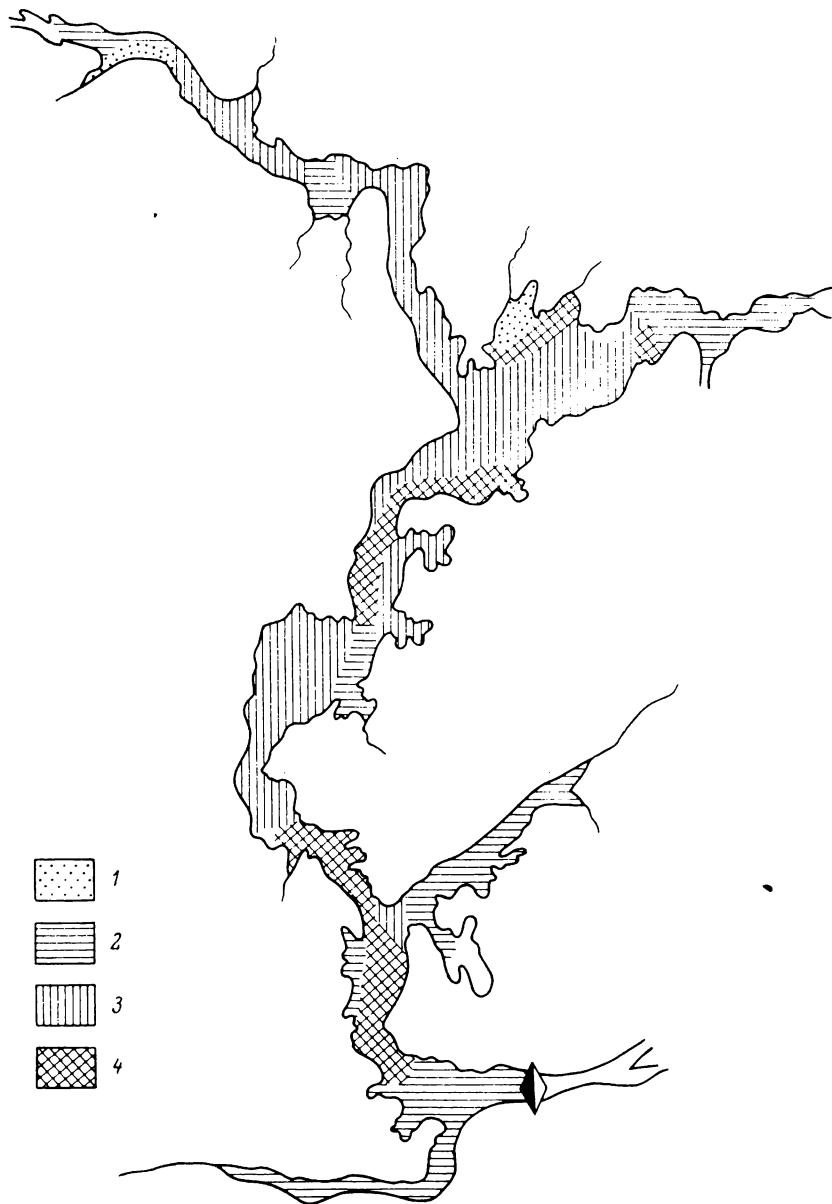


Рис. 17. Распределение концентраций перманганатной окисляемости в июле 1962 г., мг/л.

1 — 2—4, 2 — 4—6, 3 — 6—8, 4 — свыше 8.

Таблица 21

Элементы баланса биогенных веществ водохранилища
за средний по водности 1968 г., тыс. т

Сезон	Показатели	N общий	P общий	Fe	Si
Весна (IV—V)	Поступление	217.7 51	8.4 44	20.9 61	297.3 42
	Сток	178.6	6.6	11.0	233.3
	Аккумуляция	39.1	1.8	9.9	64.0
Лето (VI—VIII)	Поступление	94.1 22	5.9 31	8.9 26	140.9 20
	Сток	65.4	4.0	4.5	153.4
	Аккумуляция	28.4	1.9	4.3	—12.4
Осень (IX—XI)	Поступление	44.0 10	2.4 13	1.5 4	120.3 18
	Сток	62.5	3.7	1.5	133.2
	Аккумуляция	—18.5	—1.3	0	—13.1
Зима (XII—III)	Поступление	71.1 17	2.3 12	3.2 9	143.0 20
	Сток	79.4	3.1	2.0	111.8
	Аккумуляция	—8.3	—0.8	1.2	31.1
Всего за год	Поступление	426.9	19.0	34.5	701.5
	Сток	385.9	17.4	19.0	631.7
	Аккумуляция	41.0	1.6	15.5	69.8

Примечание. Под чертой — % к годовой величине поступления.

Для выяснения круговорота биогенных элементов и органического вещества, их роли в трофических взаимоотношениях, степени трофности водоема большое значение имеют балансовые характеристики. Составить полный баланс по имеющимся материалам для Куйбышевского водохранилища пока нет возможности. В табл. 21, 22 учтены отдельные его составляющие для биогенных элементов за средний по водности год (1968) и органического вещества в разные периоды существования водохранилища.

Основная часть (40—60 %) биогенных веществ поступает в водохранилище с весенними водами главных притоков, причем в волжских водах преобладают минеральные формы азота и фосфора, в камских — их органические соединения, а также железо и кремний. Аккумуляции в средний по водности год подвергается лишь 7—10 % от годового прихода каждого компонента, за исключением железа и в отдельные годы кремния. Процент годового поступления в донные отложения железа достигает 44, кремния — 30.

Наибольшее значение в приходной части баланса ОВ, как и в случае с биогенными элементами, имеет поступление его с водами главных притоков. Роль первичной продукции невелика,

Т а б л и ц а 22

Элементы баланса органического вещества водохранилища
в период его формирования (1957 г.) и стабилизации (1966—1968 гг.),
тыс. т $C_{\text{органич.}}$

Приход	Количество	Расход	Количество
1957 г.			
Поступление с реками	3260	Сток	2575
Продукция фитопланктона *	800	Деструкция *	1575
С у м м а	4060		4150
1966—1968 гг.			
Поступление с реками	2490	Сток	1930
Продукция фитопланктона **	550	Деструкция **	1190
Бактериальная ассимиляция	13		—
С у м м а	3053		3120

* — по М. А. Салманову, Ю. И. Сорокину (1962).

** — по А. В. Иватину (1979).

в 1957 г. она составила 19.7% от учтенных элементов поступления ОВ, а в 1966—1968 гг. — несколько ниже — 18%. Деструкции подвергается в 2 раза больше органического вещества, нежели его продуцируется; видимо, это происходит за счет большой доли привнесенного аллохтонного вещества (табл. 22).

Судя по росту бихроматной окисляемости, повышению биомассы водорослей, можно утверждать, что происходит увеличение содержания ОВ в водохранилище.

МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА ГИДРОХИМИЧЕСКОГО РЕЖИМА

Сооружение плотины Волжской ГЭС им. В. И. Ленина вызвало резкое нарушение гидрохимического режима Волги. Для выяснения характера и размеров изменений сопоставлены показатели биогенных элементов, органического вещества и растворенных газов в Волге до ее зарегулирования и после создания водохранилища (табл. 23).

По гидрохимическим данным, формирование водохранилища продолжалось 4 года. К 1960 г. завершились процессы вымывания веществ из затопленных угодий и биохимического разложения погруженных растений, что привело к относительной стабилизации химизма воды.

В первый год (1957 г.) существования водохранилища произошло возрастание по сравнению с 1952—1954 гг. основных биогенных элементов — фосфатов в 3—6 раз (0.020—0.070 мг/л), минерального азота более чем в 10 раз (NO_3 — 1.0—3.0 мг/л),

Изменения химического состава воды водохранилища

Компонент	р. Волга,* 1952— 1954 гг.	Водохранилище		
		— периоды —		
		Формирова- ния, 1958—1959 гг.	стабилиза- ции, 1960—1963 гг.	современное состояние, 1964—1978 гг.
Железо, мг/л	0.26	0.17	0.08	0.08
Фосфор минеральный, мг/л	0.015	0.043	0.034	0.023
Кремний, мг/л	3.31	1.42	1.26	2.22
Азот нитритный, мг/л	0.001	0.004	0.003	0.013
Азот нитратный, мг/л	0.18	0.32	0.34	0.30
Азот аммонийный, мг/л	0.02	0.06	0.06	0.06
Растворенный кислород, мг/л	$\frac{9.2}{8.9}$	$\frac{9.7}{8.3}$	$\frac{10.0}{8.9}$	$\frac{9.5}{8.2}$
Растворенный кислород, %	$\frac{85}{84}$	$\frac{91}{77}$	$\frac{91}{79}$	$\frac{91}{77}$
Свободная углекислота, мг/л	$\frac{4.2}{4.2}$	$\frac{4.1}{5.8}$	$\frac{6.1}{8.8}$	$\frac{7.9}{11.4}$
Величина pH	$\frac{7.6}{7.6}$	$\frac{7.8}{7.6}$	$\frac{7.7}{7.6}$	$\frac{7.8}{7.7}$
Цветность, градусы	54	40	36	36
Перманганатная окисляе- мость, мг О/л	12.5	9.2	8.2	8.4
Бихроматная окисляе- мость, мг О/л	29.0	31.4	25.4	30.0
Отношение перманганатной окисляемости к бихро- матной, %	47	30	32	28

Примечание. Над чертой — поверхностный слой, под чертой — придонный. Звездочкой обозначены средние показатели биогенных элементов и ОВ, рассчитанные по данным Н. Н. Колосовой и Н. Н. Колосовой (1957а, 1957б); газового состава — по данным О. Н. Зиминой и Е. Т. Стяжкиной (1961).

улучшился кислородный режим, т. е. водохранилище оказалось в весьма благоприятных условиях для массового развития фитопланктона (Баранов, 1958; Стройкина, 1960). В 1958—1959 гг. эти показатели несколько снизились, но все еще оставались высокими. Содержание железа и кремния в водохранилище по сравнению с рекой уменьшилось, что объясняется значительным их потреблением водорослями и выпадением в виде органо-минеральных соединений. Низкой была и окисляемость воды, несмотря на повышенное поступление органических веществ с затопленной суши. Вероятно, фактор аккумуляции взвешенных органических веществ в условиях замедленного водообмена оказался весьма действенным. На роль скорости водообмена в обесцвечивании сильно окрашенных вод указывает М. А. Фортунатов (1959).

В 1960—1963 гг. содержание биогенных элементов и органического вещества стабилизировалось на сравнительно низком уровне. В последующие годы (1964—1978 гг.) концентрация биогенов изменялась в небольших пределах в зависимости от биогидрометеорологических особенностей года. Мало меняется газовый режим, воды водохранилища достаточно насыщены кислородом в течение всего года. Количество же органического вещества в водоеме увеличивается. Судя по величине отношения перманганатной окисляемости к бихроматной, рост его, видимо, идет за счет увеличения автохтонной составляющей органического вещества.

МИКРОФЛОРА

Количество бактерий в воде, скорость их размножения и продукция

После создания водохранилища первые микробиологические исследования были выполнены М. А. Салмановым (1959а, 1959б, 1964, 1966). В 1961—1962 гг. ряд данных был получен И. В. Михеевой (1963, 1966). Систематические же наблюдения начали осуществляться лишь с 1965 г. (Иватин, 1968, 1969, 1971, 1973а, 1975, 1979, 1980). В эти же годы в транзитных рейсах по Волге исследования проводили С. И. Кузнецов и В. И. Романенко (1967), Г. Л. Марголина (1967а, 1967б, 1969), В. М. Кудрявцев (1973, 1974а, 1975), Д. З. Гак, Г. А. Инкина (1975) и др.

Работы проводились по методикам, описанным в практическом руководстве В. И. Романенко и С. И. Кузнецова (1974). Для прямого счета бактерий через мембранные ультрафильтры профильтровывалось по 10 мл воды. На каждом препарате бактерии подсчитывались в двадцати полях зрения под микроскопом МБИ-6 при увеличении $\times 1575$. Для первого уровня значимости ошибка прямого счета бактерий составляла $\pm 8.2\%$.

Биомасса бактериопланктона рассчитывалась по результатам прямого счета, исходя из численности бактерий и средних размеров клеток. Линейные размеры их определялись при помощи окулярного микрометра на окрашенных фильтрах. Средние размеры микробов колебались в пределах $0.22\text{--}0.32\text{ мкм}^3$. Удельная масса принята за единицу. По этим данным сухая масса 1 млрд. бактериальных клеток в среднем равна $0.22\text{--}0.32\text{ мг}$.

Количество бактерий в Куйбышевском водохранилище колеблется от 0.40 до 6.56 млн. кл./мл; в большинстве же случаев (80%) оно равно 1—3 млн. кл./мл (рис. 18).

На участке от г. Чебоксары до плотины ГЭС им. В. И. Ленина количество микроорганизмов по среднесезонным данным колеблется в пределах $1.64\text{--}2.10\text{ млн. кл./мл}$ (табл. 24). Примерно столько же бактерий находится в Черемшанском заливе — $1.33\text{--}2.36\text{ млн. кл./мл}$ (ст. 1, 27 и 28б). В камской части водохранилища (ст. 16, 45 и 51) насчитывается $1.90\text{--}2.50\text{ млн. кл./мл}$. Некоторое

Т а б л и ц а 24

Количество бактерий в различных пунктах водохранилища
в разные годы, млн. кл./мл

№ станции	1965 г.	1966 г.	1967 г.	1968 г.	1969 г.	1970 г.	1971 г.	1972 г.	Среднее
8	1.73	1.37	1.63	2.34	2.41	1.65	2.81	2.07	1.98±0.22
9	1.88	1.48	1.83	2.38	2.27	1.31	2.75	—	2.05±0.20
13а	1.88	1.33	1.82	2.32	2.33	1.59	2.50	2.11	2.04±0.18
14	1.87	1.38	—	—	—	—	—	—	1.69±0.38
16	2.03	1.86	—	—	—	—	—	2.35	2.11±0.34
45	2.19	2.33	2.39	2.71	3.12	2.09	2.60	2.39	2.50±0.18
51	1.65	2.26	—	—	—	—	—	—	1.90±0.28
20	2.03	1.60	1.90	2.41	2.61	1.52	2.29	2.13	2.10±0.18
21	1.66	1.47	1.63	2.45	2.90	1.61	1.99	2.06	2.02±0.22
25	1.59	1.57	1.64	2.64	2.57	1.26	1.91	1.87	1.93±0.16
56	2.04	1.58	1.61	2.59	2.52	2.05	1.91	1.89	2.09±0.18
27	1.92	1.80	1.90	2.37	3.19	1.83	1.85	2.36	2.20±0.18
286	1.83	1.75	—	—	—	—	—	—	2.36±0.36
1	1.23	1.52	—	—	—	—	—	—	1.33±0.18
65	1.68	1.57	—	—	—	—	1.55	1.71	1.64±0.20
66	1.78	1.46	—	—	—	—	1.52	2.63	1.68±0.24
34	2.03	1.38	1.39	2.40	2.52	1.44	1.61	1.50	1.83±0.18
39	1.62	1.40	1.46	2.33	2.69	1.49	1.50	1.61	1.80±0.20
Среднее	1.82	1.60	1.75	2.47	2.71	1.67	2.06	2.02	—

увеличение численности бактериопланктона в верховье водохранилища обусловлено, по-видимому, более богатыми стоками рек Волги и Камы. Особенно отчетливо прослеживается это на участке от устья р. Оки до г. Чебоксары (Гак, Инкина, 1975). Снижение общей численности микрофлоры от зоны выклинивания подпора по направлению к плотине наиболее четко прослеживалось в маловодном 1973 г. (рис. 19), когда убыль ее происходила одновременно с уменьшением количества взвешенных веществ и увеличением прозрачности воды. Такая закономерность объясняется тем, что по мере продвижения воды к плотине заметно падает скорость течения и взвешенные частицы вместе с бактериями опускаются на дно.

На отдельных участках водохранилища во время весеннего половодья численность микроорганизмов может различаться в 1.5—2 раза. Например, в 1961 г. на русле Волги от г. Чебоксары (ст. 8) до пос. Шеланга (ст. 13а) в 1 мл воды насчитывалось 1.70—3.10 млн. кл., в Волго-Камском плесе — 4.60, а в Черемшанском заливе — 1.50 млн. кл. На р. Каме весеннее половодье наступает позднее, чем на Волге, поэтому в июне содержание микроорганизмов в камской части водохранилища, как правило, выше по сравнению с другими участками. В Черемшанском заливе, наоборот, весеннее половодье наступает и прекращается раньше, и к моменту проведения полевых работ в мае аллохтонная микро-

флора отмирает, частично оседает на дно и потребляется животным населением в пищу. Все это ведет к значительному снижению ее численности.

С наступлением весеннего половодья и во время штормов увеличение количества бактерий наблюдала также И. В. Михеева (1963) в Приплотинном плесе и Черемшанском заливе. По данным В. И. Романенко (1974, 1973), В. И. Романенко и Э. Г. Добрынина (1973), активность бактерий, прикрепленных к органо-минеральным частицам, может составлять 24–82% и больше от общей активности учитываемой в воде микрофлоры.

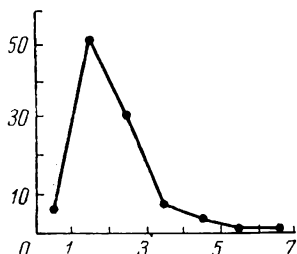


Рис. 18. Частота встречаемости бактерий по наблюдениям 1965–1972 гг.

По оси ординат — частота встречаемости, %; по оси абсцисс — количество бактериопланктона, млн. кл./мл.

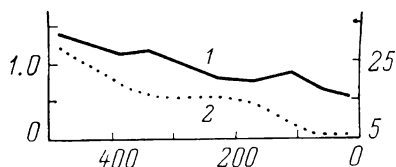


Рис. 19. Изменение численности бактерий (1) и содержания взвешенных частиц (2) по длине водохранилища (1973 г.).

По оси ординат: слева — численность бактерий, млн. кл./мл.; справа — содержание взвесей, мг/л; по оси абсцисс — расстояние от плотины, км.

Таким образом, между общей численностью бактерий и содержанием в воде взвешенных веществ можно ожидать наличие прямой связи, которая и была показана при изучении сезонной динамики общей численности микроорганизмов в 1969 и 1971 гг. (Иватин, 1973а, 1975). Степень коррелятивной связи оказалась достаточно высокой. Наибольшее количество бактерий и органо-минеральных взвесей наблюдалось во время весеннего половодья в мае. Затем, как правило, происходит уменьшение численности бактерий и количества взвешенных частиц.

По акватории водохранилища бактерии, как и взвешенные вещества, распределяются неравномерно. Максимальные величины приходятся на верхние районы — от г. Чебоксары (Волга) и г. Сорочьи Горы (Кама) до г. Тетюши (ст. 20). Ниже этого участка в предплотинных плесах содержание микробов и взвесей уменьшается до минимальных значений.

Меньше всего бактерий обнаруживается в подледный период (Иватин, 1971). Зимой в водном питании водохранилища возрастает роль ключевых и грунтовых вод с низкими концентрациями органических веществ. Бактерии в это время почти не размножаются вследствие низкой температуры воды. В начале весны по мере поступления талых вод содержание их увеличивается. Высокая численность бактериопланктона во время весеннего

половодья обусловлена абиотическими факторами — смывом с суши вместе с терригенными частицами. На исходе весны происходит спад численности бактерий. Летом больших изменений не происходит, но в отдельные годы наблюдается незначительное повышение в июле, чаще в августе, а иногда и в начале сентября при отмирании водорослей, органическое вещество которых способствует размножению и росту микроорганизмов. И, наконец, возможен осенний пик, но он бывает не каждый год и обусловлен количеством органического вещества отмирающих планктонных организмов, а также в штормовую погоду взмучиванием

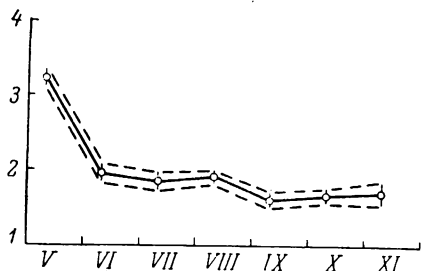


Рис. 20. Сезонная динамика численности бактериопланктона по средним данным за 8 лет (1965—1972 гг.).

По оси ординат — численность бактерий, млн. кл./мл; по оси абсцисс — месяцы.

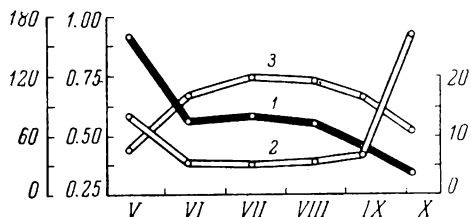


Рис. 21. Сезонное изменение биомассы бактериопланктона (1), времени удвоения количества бактерий (2) и температуры воды (3) в 1971 г.

По оси ординат: слева — время удвоения бактерий, часы; биомасса, мг/л, справа — температура воды, °C; по оси абсцисс — месяцы.

донных отложений, где содержание бактерий особенно велико. Не исключено также, что часть клеток попадает в водоем с суши во время осенних дождей. Однако пик численности, связанный с весенним половодьем, самый высокий. На графике по осредненным многолетним данным он особенно хорошо выражен и достигает 3.23 млн. кл./мл. По данным за 1965—1972 гг., общая численность бактериопланктона в июне снижается до 1.84 млн. кл./мл и в течение лета не превышает 1.94, а осенью уменьшается до 1.61—1.67 млн. кл./мл (рис. 20).

По вертикальному профилю водной толщи бактерии распределяются равномерно. В первый год после наполнения водохранилища до проектной отметки у дна бактерий было больше, чем у поверхности (Салманов, 1959а, 1959б). Выщелачивание органического вещества из недавно залитых почв в придонные слои воды способствовало, очевидно, более интенсивному развитию здесь микроорганизмов. Размножение бактерий в придонных слоях воды происходило быстрее, чем у поверхности (Салманов, 1964). На 5-м году существования водохранилища различий в количестве бактериопланктона по вертикали не наблюдалось (Ми-

Т а б л и ц а 25

Количество бактерий в поверхностном (I) и придонном (II) слоях воды в 1972 г., млн. кл./мл

№ станции	Май		Июнь		Июль		Август		Сентябрь		Октябрь	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
86	2.31	—	2.04	2.17	2.44	2.55	2.08	2.30	1.64	1.80	1.61	1.82
13a	3.31	3.22	1.88	2.02	1.73	1.73	1.71	1.90	1.65	1.89	2.09	2.22
16	3.79	4.60	1.84	2.19	2.18	1.92	2.00	2.02	1.83	2.12	1.57	2.20
45	3.99	4.34	1.95	2.12	2.17	1.88	2.05	2.12	1.66	2.05	2.15	2.22
20	3.87	4.13	1.80	2.20	1.17	1.54	1.39	1.25	1.35	1.79	2.36	2.69
21	2.73	3.27	1.91	2.21	1.53	1.69	1.97	1.97	1.15	1.48	2.22	2.61
25	2.51	2.59	1.92	1.94	1.58	1.58	1.93	1.92	1.53	1.34	2.32	2.26
56	2.27	3.19	1.73	1.48	1.43	1.27	1.26	1.42	1.23	1.57	2.71	3.08
27	3.10	3.23	1.75	1.99	1.67	1.63	2.05	2.71	1.84	1.99	3.15	3.28
65	2.60	2.90	1.30	1.40	1.52	1.41	1.59	1.46	1.11	1.24	1.54	2.53
66	2.69	2.58	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
34	2.01	2.00	1.37	1.66	1.17	1.21	1.12	1.41	0.98	1.53	1.43	2.08
39	2.17	3.20	1.42	1.45	1.11	1.08	1.10	1.88	1.19	1.26	1.88	—
Среднее	2.88	3.27	1.74	1.90	1.64	1.62	1.68	1.86	1.43	1.67	2.08	2.45

хеева, 1966). Почти равномерное распределение микробов в толще воды сохранилось и в последующие годы, что можно видеть на примере 1972 г. (табл. 25).

В среднем по водоему в отдельные месяцы у дна бактерий насчитывается больше, но всего лишь в 1.2 раза, да и то большей частью при паводках и во время осенних штормов. От года к году количество бактерий колеблется в пределах 0.86—2.63 млн. кл./мл (табл. 26). В многоводные годы их обычно больше, что связано, по-видимому, с затоплением осушенных ранее площадей. На положительную связь этого фактора с общей численностью бактерий указывает ряд авторов (Рыбинское водохранилище. . ., 1972; Гулая, 1975).

Биомасса бактериопланктона по отдельным участкам водохранилища изменяется, как правило, так же, как и численность. В течение вегетационного периода по средним многолетним данным (табл. 27) она колеблется от 0.40 до 0.73 г/м³. Самый низкий уровень биомассы отмечался в маловодном 1973 г. — 0.19 г/м³, что обусловлено не только малочисленностью (табл. 26), но и меньшими размерами клеток в этом году — 0.22 мкм³. В другие годы биомасса бактериопланктона в среднем за период вегетации составляла 0.35—0.73 г/м³.

Хорошим показателем интенсивности микробиологических процессов является скорость размножения клеток. На первых этапах формирования водохранилища удвоение числа клеток происходило за 15—131 ч в поверхностных слоях воды и за 15—56 ч в придонных (Салманов, 1964). Обогащение придонных гори-

Т а б л и ц а 26
Количество бактерий в поверхностном горизонте воды
за ряд лет, млн. кл./мл

Год	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	Среднее
1957 *	2.92	—	2.00	1.96	—	1.76	2.49	2.20
1961 **	—	—	1.18	1.01	1.31	1.56	1.45	1.30
1965	3.65	1.55	1.22	1.73	1.46	1.43	—	1.91
1966	2.40	2.00	1.20	1.70	1.30	1.10	1.50	1.60
1967	2.79	1.90	1.55	1.77	1.85	1.43	1.12	1.80
1968	2.65	2.31	2.78	2.28	—	2.01	—	2.41
1969	3.92	2.63	2.66	2.36	2.20	2.42	2.25	2.63
1970	3.50	2.25	1.10	1.18	1.24	1.19	1.85	1.60
1971	3.65	2.19	2.25	2.11	1.75	1.33	—	2.19
1972	2.87	1.74	1.64	1.68	1.43	2.08	—	1.92
1973	1.38	1.00	0.64	0.81	0.53	0.80	—	0.86
1975	2.04	1.85	1.45	2.22	1.76	1.75	—	1.85
1976	2.16	1.84	1.78	1.43	1.72	1.48	—	1.73
1977	3.03	2.03	2.12	1.55	1.06	1.44	—	1.97
1979	2.20	—	1.57	—	—	1.16	—	1.64

Примечание. Здесь и в следующих таблицах V—XI — месяцы.

* Данные М. А. Салманова (1959б).

** Данные И. В. Михеевой (1966).

Т а б л и ц а 27
Биомасса бактерий за ряд лет, г/м³

Год	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	Среднее
1965	1.01	0.42	0.39	0.44	0.41	0.36	—	0.50
1966	0.65	0.54	0.32	0.46	0.35	0.30	0.40	0.43
1967	0.73	0.51	0.42	0.48	0.50	0.39	0.47	0.50
1968	0.74	0.67	0.73	0.66	—	0.55	—	0.67
1969	1.07	0.76	0.75	0.73	0.58	0.63	0.59	0.73
1970	0.95	0.35	0.35	0.30	0.36	0.36	0.52	0.45
1971	0.91	0.55	0.55	0.59	0.46	0.35	0.30	0.52
1972	0.83	0.49	0.44	0.48	0.42	0.61	—	0.54
1973	0.30	0.22	0.14	0.18	0.12	0.18	—	0.19
1975	0.55	0.49	0.39	0.60	0.47	0.47	—	0.49
1976	0.63	0.55	0.55	0.47	0.41	0.46	—	0.50
1977	0.72	0.74	0.60	0.49	0.41	0.49	—	0.57
1979	0.51	—	0.29	—	—	0.25	—	0.35
Среднее	0.73	0.52	0.40	0.49	0.40	0.41	0.45	0.49

зонтов воды органическим веществом способствовало тому, что бактерии размножались здесь быстрее, чем у поверхности. Следующее определение времени удвоения численности бактериопланктона было проведено в 1965 г. (Иватин, 1968). По этим

Т а б л и ц а 28

Продолжительность времени удвоения количества
бактерий в 1971 г., ч

№ станции	V	VI	VII	VIII	IX	X	Среднее
86	76.7	30.9	21.4	39.8	41.1	154.5	60.7
9	85.3	19.5	27.5	32.9	36.3	162.5	60.6
13а	65.3	37.3	33.8	37.7	45.9	138.5	59.7
45	81.0	27.1	33.4	44.2	48.0	119.4	58.8
20	82.2	50.1	31.8	38.7	42.4	172.4	69.6
21	66.1	28.9	38.4	37.2	45.8	163.2	63.3
25	83.5	25.0	34.8	22.1	51.4	243.5	76.7
56	78.7	39.9	33.1	27.9	53.2	165.6	66.4
27	74.1	28.9	34.1	28.3	41.3	129.7	56.1
65	83.8	30.7	37.3	38.8	33.7	129.2	58.9
66	76.9	30.3	22.6	30.1	27.7	188.6	62.7
34	82.3	41.2	27.5	21.5	36.7	148.9	59.7
39	77.9	22.8	34.4	27.2	29.8	165.7	59.6
Среднее	78.0	31.7	31.4	32.7	41.0	160.1	—

Т а б л и ц а 29

Продолжительность времени удвоения количества
бактерий в 1973 г., ч

№ станции	V	VI	VII	VIII	IX	X	Среднее
86	15.4	—	19.7	17.5	48.2	234.2 *	25.2
9	66.5	22.5	25.2	15.9	42.1	74.2	41.1
13а	27.3	33.0	13.0	19.8	34.3	63.7	31.8
16	31.6	77.7	28.5	58.3	50.2	64.0	51.7
45	173.2 *	33.3	43.3	30.4	72.3	68.4	49.5
20	56.4	16.9	49.6	33.9	52.8	67.9	46.2
20а	65.4	67.9	27.7	36.6	54.8	40.8	48.9
21	121.4 *	48.5	46.7	35.4	52.8	58.8	48.4
25	19.2	46.8	34.2	37.0	77.7	48.1	43.8
56	164.5 *	29.1	49.9	27.0	38.2	56.0	40.0
27	71.4	32.5	0.0 *	16.7	—	76.3	49.2
65	30.5	23.5	32.5	32.5	33.4	36.4	31.5
34	31.6	33.3	34.3	27.3	0.0 *	50.1	35.3
39	60.7	30.2	21.2	16.5	39.0	51.6	36.5
Среднее	43.3	38.1	32.7	29.0	50.1	58.2	—

* Выскивающий результат.

данным удвоение бактериальных клеток происходило через каждые 5—28 ч. Весной 1967 г. в среднем по водохранилищу количество бактерий удваивалось за 38.1 ч, а летом за 18.5 ч. Судя по перманганатной окисляемости (7.6—7.2 мг О/л), концентрация органического вещества в воде как весной, так и летом существенно не различается. Однако, размножение бактерий весной происходит медленнее, чем летом, что обусловлено изменением температуры.

В 1971 и 1973 гг. время удвоения бактерий определяли с мая по октябрь включительно (табл. 28, 29). В это время наиболее интенсивно бактерии размножались летом при максимальном прогреве воды (рис. 21). В июле—августе время их удвоения составляло в 1971 и 1973 гг. в среднем 31—32.7 и 29—38.1 ч соответственно. С понижением температуры воды в начале осени удвоение клеток замедлялось, а продолжительность времени удвоения численности в сентябре 1971 и 1973 гг. увеличивалось до 41 и 50.1 ч. При этом концентрация органического вещества оставалась почти на том же уровне (25.7 мг О/л), что и летом (23.4—29.3 мг О/л). Отсюда следует, что температура воды — наиболее существенный фактор в размножении бактерий. В октябре с понижением температуры воды размножение микрофлоры замедлилось, а удвоение ее численности происходило за 160.1 и 58.2 ч (в среднем по водохранилищу в 1971 и 1973 гг. соответственно).

На всем протяжении Волги время удвоения количества бактерий колеблется в широких пределах, но средние величины изменяются от 36 до 62 ч. По Куйбышевскому водохранилищу средние данные за ряд лет колеблются от 18.1 до 160.1 ч (табл. 30)

Т а б л и ц а 30
Продолжительность времени удвоения количества бактерий
в разные годы, ч

Год	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	Среднее
1957 *	33.7	—	23.2	21.3	—	51.4	79.3	41.8
1967	38.1	—	—	18.5	—	—	—	—
1971	78.0	31.7	31.4	32.7	41.0	160.1	—	62.0
1973	43.3	38.1	32.7	29.0	50.1	58.2	—	41.0
1979	28.7	—	—	12.8	—	46.1	—	—

* Данные М. А. Салманова (1964).

и, согласно Д. З. Гак (1975), характерны для водоемов мезотрофного типа.

Продукция бактериопланктона на различных участках водохранилища в среднем за вегетационный период составляет 0.13—0.36 г/(м³·сут). В местах с более высоким содержанием биомассы соответственно выше и ее продукция. При сравнительно высокой

Т а б л и ц а 31

Суточная продукция бактерий в различных пунктах водохранилища в 1971 г., г/м³

№ станции	Май		Июнь		Июль		Август		Сентябрь		Октябрь		Среднее	
	г/м³	К · сут ⁻¹	г/м³	К · сут ⁻¹	г/м³	К · сут ⁻¹	г/м³	К · сут ⁻¹	г/м³	К · сут ⁻¹	г/м³	К · сут ⁻¹	г/м³	К · сут ⁻¹
86	0.21	0.22	0.30	0.53	0.93	0.78	0.34	0.42	0.36	0.40	0.03	0.11	0.36	0.41
9	0.22	0.19	0.55	0.85	0.50	0.60	0.28	0.50	0.41	0.46	0.04	0.10	0.33	0.45
13а	0.31	0.25	0.33	0.44	0.33	0.49	0.21	0.38	0.28	0.36	0.04	0.12	0.25	0.34
45	0.21	0.20	0.42	0.61	0.33	0.48	0.22	0.37	0.16	0.34	0.06	0.14	0.23	0.35
20	0.24	0.20	0.22	0.33	0.31	0.52	0.30	0.43	0.18	0.39	0.03	0.10	0.21	0.33
21	0.24	0.25	0.35	0.57	0.14	0.43	0.16	0.45	0.16	0.36	0.03	0.10	0.18	0.36
25	0.20	0.20	0.25	0.66	0.20	0.48	0.33	0.74	0.14	0.32	0.02	0.07	0.19	0.41
56	0.23	0.26	0.16	0.41	0.23	0.50	0.36	0.59	0.10	0.31	0.04	0.10	0.18	0.36
27	0.12	0.28	0.53	0.77	0.37	0.49	0.30	0.59	0.13	0.40	0.03	0.13	0.24	0.44
65	0.19	0.25	0.23	0.53	0.11	0.44	0.18	0.43	0.07	0.49	0.02	0.13	0.13	0.38
66	0.10	0.27	0.24	0.54	0.29	0.73	0.29	0.55	0.08	0.60	0.03	0.09	0.17	0.46
34	0.13	0.25	0.16	0.40	0.14	0.60	0.41	0.77	0.14	0.45	0.03	0.11	0.17	0.43
39	0.11	0.27	0.44	0.73	0.24	0.48	0.28	0.61	0.11	0.32	0.02	0.10	0.20	0.42
С р е д н е е	0.19	0.24	0.32	0.56	0.31	0.54	0.28	0.52	0.18	0.40	0.03	0.11	—	—

Примечание. К — константа суточного прироста биомассы бактерий, или *P/B*-коэффициент.

температуре воды летом продуцирование бактериальной биомассы происходит в 2—5 раз интенсивнее, чем весной и осенью. Продукция бактерий в 1971 г. в среднем по водохранилищу изменялась от 0.03 осенью до 0.56 г/м³ летом (табл. 31). Константа прироста бактериальной популяции ($K \cdot \text{сут}^{-1}$, или суточный P/B -коэффициент) летом в различных пунктах в среднем по водохранилищу составляет 0.52—0.56 $\cdot \text{сут}^{-1}$, весной — 0.24, осенью — $0.11 \times \text{сут}^{-1}$.

Сезонное изменение скорости размножения и продукция бактериопланктона находятся в прямой связи с интенсивностью распада органического вещества. Об интенсивности разложения органического вещества можно судить по отношению суточной деструкции к бихроматной окисляемости. В среднем по водохранилищу в мае 1971 г. это отношение равнялось 0.92%, летом колебалось в пределах 1.45—1.95, а в начале осени снизилось до 1%. В октябре оно было самым низким — 0.84%. Интенсивность размножения бактерий повышалась от весны к лету и снова угасала с наступлением осени, что отмечается и в других волжских водохранилищах (Кудрявцев, 1973).

По средневзвешенным данным продукция бактерий за вегетационный период составляет 134 тыс. т углерода на все водохранилище, или 25.4 г С/м².

В связи с тем что органическое вещество в водохранилище по своему происхождению неоднородно и аллохтонное примерно в 2—3 раза преобладает над продукцией фитопланктона, представляет интерес сопоставить значение их в продуцировании бактериальной биомассы. За лето при интенсивности фотосинтеза 330 тыс. т углерода, или 62 г С/м² (Иватин, 1974), на весь водоем продукция биомассы бактериопланктона может составить около 8 г С/м². Тогда за счет аллохтонного органического вещества продуцируется 17.4 г С/м² бактериальной биомассы. Таким образом, в процессе разрушения автохтонного и аллохтонного органического вещества микрофлорой Куйбышевского водохранилища образуются довольно большие запасы легкоусвояемой пищи для зоопланктона. Значительная доля энергии, заключенной в органическом веществе, рассеивается микрофлорой в процессе деструкции, что ведет к уменьшению содержания органического вещества в водохранилище и улучшению качества воды.

Продукция бактериальных клеток в 1973 г. оказалась несколько выше, чем в 1971, а продукция биомассы оставалась почти такой же, так как численность и биомасса их в 1973 г. были в 2.8—3.5 раза меньше.

Годовой P/B -коэффициент в 1971 и 1973 гг. (май—октябрь) был равен соответственно 65 и 83.

Продуцируемая биомасса бактериопланктона не накапливается в водохранилище, а примерно с такой же скоростью элиминируется в результате автолиза и потребления планктонными животными. Константа суточного потребления бактерий зоопланктоном колеблется в пределах 0.17—0.82. Отношение элиминированной

к продуцируемой биомассе микроорганизмов в среднем близко к единице. В 1971 г., например, элиминация биомассы бактериопланктона в среднем по водохранилищу составляла 0.32—0.46 г/(м³·сут). Максимальная интенсивность ($K_1=0.82 \cdot \text{сут}$) и наибольшее потребление бактерий — 0.46 г/(м³·сут) отмечались в июле при наиболее высокой плотности животных фильтраторов. По мере снижения численности последних к началу осени соответственно уменьшалась и элиминация биомассы бактерий с 0.46 до 0.24 г/(м³·сут). Поздней осенью среднесуточное потребление биомассы бактерий зоопланктоном снизилось до 0.05 г/(м³·сут).

Общая численность бактерий в донных отложениях

По сравнению с водой в иловых отложениях численность микробного населения на 3 порядка выше и колеблется в пределах от 0.39 до 9.96 млрд. кл./г влажного грунта. Содержание микроорганизмов в различных грунтах неодинаково. В песчаных и слабозаиленных песчанистых отложениях общее содержание органического вещества, по данным Н. Н. Гусевой и М. П. Максимовой (1971), составляет не более 0.6, в песчанисто-серых и коричневых илах с растительными остатками на его долю приходится 3.3—5.2, а в темно-бурых илах — 11.5% от сухой навески грунта.

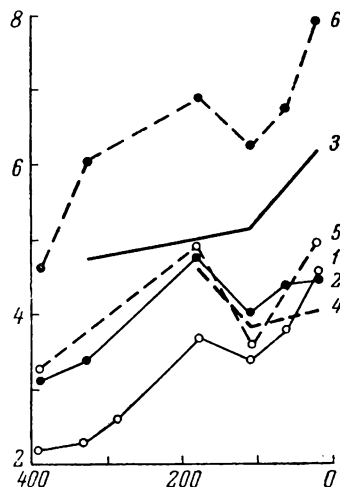


Рис. 22. Общее количество бактерий в донных отложениях по длине водохранилища в 1966—1971 гг.

1 — 1966 г., 2 — 1967 г., 3 — 1968 г., 4 — 1969 г., 5 — 1970 г., 6 — 1971 г. По оси ординат — общая численность бактерий, млрд. кл./г; по оси абсцисс — расстояние от плотины, км.

Пески залегают главным образом в верхних участках водохранилища. От верховья к плотине по продольной оси водохранилища количество общего органического вещества в донных отложениях увеличивается, что обусловлено снижением скорости течения воды и седиментацией органо-минеральных частиц. Кроме того, иловые отложения, накопленные за лето в верховье водохранилища, весной каждого года сносятся вниз и переотлагаются в нижерасположенных участках (Ляхов, 1963). Соответственно этому отмечается увеличение количества бактерий сверху вниз по продольной оси водохранилища (рис. 22).

Сезонное изменение бактериобентоса характеризуется нарастанием численности от весны к лету и снижением осенью.

На 3-й год после создания водохранилища в 1 г влажного ила содержалось 17—27 млрд. клеток (Салманов, 1959б). Водохранилище только что было заполнено до проектной отметки, и под водой оказались большие площади плодородных почв и луговых угодий. Через 10 лет содержание микроорганизмов снизилось до 3.5—6.5 млрд./г. В последующие годы наблюдается стабилизация численности микрофлоры в донных отложениях, так как основная часть органического вещества минерализуется в толще воды. К тому же калорийность сейстона в Куйбышевском и других волжских водохранилищах невелика — 2.5 кал/мг (Остапеня и др., 1975).

Основные группы бактерий в воде и донных отложениях

Хорошим показателем санитарного состояния водоемов являются бактерии, растущие на мясопептонном агаре (МПА). В первые годы после заполнения водохранилища их численность достигала нескольких тысяч клеток в 1 мл воды. В последующие годы она снизилась в десятки раз (табл. 32). Если в первые годы

Т а б л и ц а 32
Численность сапрофитов в воде в разные годы, кл./мл

№ стан- ции	1956 г.	1957 г.	1961 г.	1965 г.	1956 г.	1957 г.	1961 г.	1965 г.	1961 г.	1965 г.
	август				сентябрь				октябрь	
9	2200	6000	—	560	3700	5000	—	430	—	840
14	1000	9000	—	340	1700	8000	—	250	—	340
16	—	30000	—	360	5000	—	—	—	—	130
45	—	—	—	300	—	—	—	220	—	150
20	15700	—	—	150	1000	—	—	150	—	110
21	—	5500	—	140	—	9500	—	260	—	90
27	—	3500	—	490	—	3000	—	150	—	160
286	—	4500	—	800	—	15600	—	120	—	170
34	500	18000	19	120	500	4000	210	140	115	50
39	—	5000	25	140	—	2000	240	120	80	50

Примечание. 1956—1957 гг. — данные М. А. Салманова (1959а); 1961 г. — данные И. В. Михеевой (1963).

численность сапрофитов была одинаково высокой по всей акватории водохранилища, то с 1965 г. она стала заметно снижаться.

Наибольшее количество сапрофитных бактерий отмечается во время половодья — 850 ± 140 кл./мл, а летом и осенью оно находится в пределах 320 ± 60 — 530 ± 140 кл./мл (рис. 23). Таким образом, от весны к лету численность микрофлоры, растущей на МПА, уменьшается, но летом на отдельных участках наблюдаются вспышки ее развития (рис. 24), связанные с поступлением органических веществ при отмирании водорослей.

Таблица 33

Среднее количество бактерий (кл.), растущих на МПА, в поверхностном и придонном горизонтах воды в разные годы в 1 мл

Год	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
1969	1920	330	210	280	260	260	350
	1620	330	190	290	220	300	350
1970	970	500	390	320	370	760	—
	1060	300	470	190	250	1100	—
1971	660	510	420	650	470	540	—
	770	470	460	530	320	380	—
1972	409	400	300	440	190	550	—
	560	620	570	1140	460	490	—
1975	440	500	430	530	200	230	—
	400	660	370	350	380	270	—

Примечания. Над чертой — у поверхности, под чертой — у дна. Столь же близкими величинами выражается и интенсивность деструкционных процессов по глубине (см. табл. 36).

Таблица 34

Распределение сапрофитных бактерий по вертикали на глубоководной станции № 34 (9 IX 1969 г.)

Горизонт, м	Сапрофиты, кл. в 1 мл	Взвеси, мг/л	Суточная деструкция, мг О/л	О ₂ , мг/л	Температура, °С
0	290	0.80	0.140	8.30	17.8
2	280	1.60	0.140	8.30	17.8
4	270	2.39	0.140	8.30	17.8
6	290	2.39	0.145	8.30	17.8
10	510	3.19	0.166	8.20	17.8
15	230	2.39	0.144	8.30	17.8
20	350	3.19	0.144	8.30	17.8
25	250	3.19	0.140	8.27	17.6
30	530	1.60	0.166	8.15	17.5

В толще воды сапрофиты распределены обычно равномерно (табл. 33, 34), что свидетельствует об идентичности условий и содержании органического вещества по всем горизонтам. От года к году численность сапрофитов в воде изменяется незначительно — $440 \pm 30 - 560 \pm 90$ кл. в 1 мл.

Санитарное состояние водоемов хорошо характеризуется соотношением сапрофитов и общей численности бактерий (Разумов, 1932; Кузнецов, 1952; Романенко, 1971). В Куйбышевском водохранилище соотношение может достигать 0.28% и более. Наиболь-

шие его значения отмечаются в период весеннего половодья, когда после зимней сработки водохранилище наполняется мутными талыми водами. По данным М. А. Салманова (1959б), в мае, июле и августе 1957 г. соотношение сапрофитов и общего числа бактерий составляло соответственно 1.63, 0.26 и 0.30%, что свидетель-

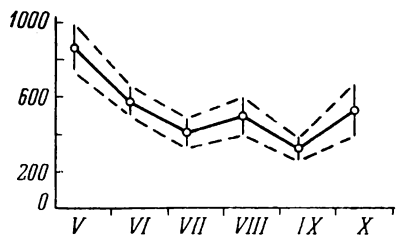


Рис. 23. Сезонная динамика количества бактерий, растущих на МПА, в воде водохранилища по средним данным за 1969—1973 гг.

По оси ординат — количество бактерий в 1 мл; по оси абсцисс — месяцы.

ствует об улучшении качества воды. Среднее содержание микрофлоры, растущей на МПА, в Волжском плесе и особенно в его верхней части составляет 0.020—0.041%. В Черемшанском заливе, в камской части водохранилища и в районе слияния волжских и камских потоков оно равно 0.016—0.020%, а на остальной

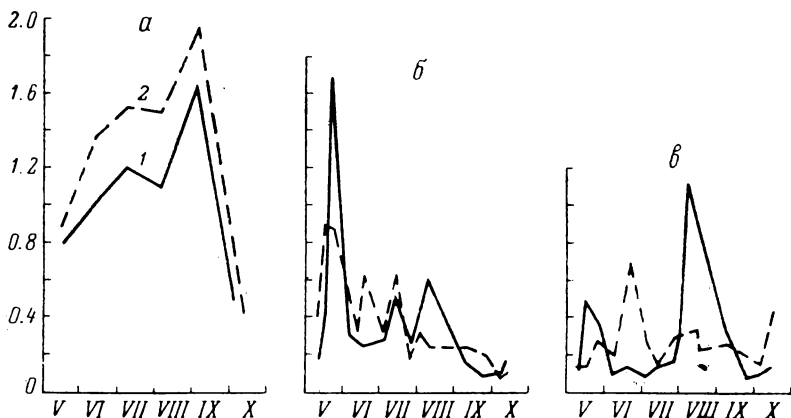


Рис. 24. Сезонная динамика количества бактерий, растущих на МПА, в поверхностном (1) и придонном (2) слоях воды на различных участках водохранилища (1975 г.).

а — Волжский плес, б — Черемшанский залив, в — Приплотинный плес. По оси ординат — численность бактерий, тыс. кл./мл; по оси абсцисс — месяцы.

территории водохранилища вплоть до плотины — 0.007—0.012%, что свидетельствует об улучшении качества воды по мере продвижения ее по водохранилищу сверху вниз.

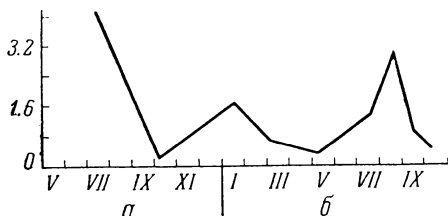
В донных отложениях количество сапрофитной микрофлоры колеблется в пределах 0.1—11.5 млн./г влажного грунта, из которых 6.2—30.6% приходится на споровые формы. Особенно высокое процентное содержание спорных клеток наблюдается в конце подледного периода (рис. 25).

Из других микроорганизмов, участвующих в круговороте углерода, азота и серы, в воде обнаруживаются бактерии, окисляющие соляровое масло, численность которых достигает 1—100 тыс. в 1 мл и свидетельствует о значительном содержании в воде нефтепродуктов. Особенно в большом количестве обнаруживаются они летом, когда интенсивность распада продуктов нефти составляет 0.93 мг/(л·сут) (Марголина, 1969). В донных отложениях численность бактерий, окисляющих соляровое масло, колеблется в пределах 1—100 тыс. на 1 г, но нередко достигает 10 млн./г влажного ила.

Численность азотобактера колеблется в пределах 10—100 кл./л в воде и 10—750 кл./г во влажном грунте. По сравнению с пер-

Рис. 25. Сезонная динамика количества бактерий, растущих на МПА, в донных отложениях Куйбышевского водохранилища в 1966 (а) и 1967 (б) годах.

По оси ординат — количество бактерий, млн. кл./г; по оси абсцисс — месяцы.



выми годами после наполнения водохранилища (1957 г.) содержание его уменьшилось в сотни раз. Бактерии, фиксирующие молекулярный азот в анаэробных условиях, в воде почти не обнаруживаются, а в донных отложениях насчитывается чаще всего от 10 до 10 тыс., иногда до 1 млн. на 1 г. По данным А. Н. Дзюбан (1978), в 1976—1977 гг. количество их в донных отложениях колебалось в пределах 0.01—1 млн. кл. в 1 г.

Роль азотфиксирующих бактерий в пополнении водохранилища азотом, по-видимому, очень мала, так как их численность низка; кроме того, эти бактерии способны потреблять аммиачный азот.

Денитрифицирующих бактерий в воде почти нет, а в донных отложениях их количество колеблется от 10 до 100 тыс. кл. на 1 г. Поскольку условия аэрации в Куйбышевском водохранилище обычно удовлетворительные, то наличие денитрифицирующих бактерий указывает лишь на потенциальную возможность к восстановлению нитратов до молекулярного азота.

Бактерии, разрушающие целлюлозу, присутствуют повсеместно как в воде, так и в донных отложениях. В воде их количество не превышает 10 кл./мл, а в илах оно колеблется в пределах 10—1000 кл./г. Потенциальная способность микрофлоры к разрушению целлюлозы в аэробных условиях достаточно высока. При внесении 0.5 г влажного ила в 50 мл питательной среды Гетчинсона за 30 сут подвергается разрушению 20—56% фильтрованной бумаги, взятой для опыта.

Микрофлора, разрушающая целлюлозу в анаэробных условиях, в воде не обнаруживается, а в донных отложениях ее количество составляет до 1 тыс. кл./г, но в большинстве случаев (70%) колеблется в пределах 10—100 кл./г.

Наличие сульфатов и органического вещества при слабом перемешивании водной массы в первые годы формирования водохранилища способствовало интенсивной редукции сульфатов. Концентрация сульфидов и сероводорода на некоторых участках достигала 2140 мг/л ила (Сорокин, 1960). При обследовании водохранилища спустя десять лет (1967 г.) было установлено, что содержание сульфидов в илах снизилось до 16—132 мг/кг. Численность сульфатредуцирующих бактерий при этом не превышала 70 кл. в 1 мл воды и 700 кл. в 1 г влажного грунта против 0.5—680 тыс. кл./г в 1957 г. Таким образом, изменение численности сульфатредуцирующих бактерий согласуется с понижением концентрации сульфидов и сероводорода. Однако при достаточном количестве легкоусвояемого органического вещества наличие сульфатов не исключает развития сульфатредуцирующей микрофлоры и накопления больших количеств сероводорода в некоторых изолированных участках водохранилища.

Тионовых бактерий обнаружено весной и осенью до 10 кл. в 1 мл воды и 10—100 кл. в 1 г влажного ила. Летом в донных отложениях их содержится 0.1—1 тыс. кл. на 1 г, в то же время в воде их не отмечается. Значение тионовых бактерий заключается в том, что они предотвращают проникновение токсического сероводорода из донных отложений в толщу воды.

Продукция и деструкция органического вещества

Продукцию фитопланктона и деструкцию органического вещества в первые годы формирования водохранилища изучали М. А. Салманов и Ю. И. Сорокин (1961), И. Л. Пырина (1966). В начале лета 1959 г. одна съемка выполнена Ю. И. Сорокиным (1961). В последующие годы кратковременные наблюдения проводились рядом исследователей (Кузнецов, Романенко, 1967; Романенко, 1967а, 1967б; Кудрявцев, 1974а, 1974б; Ковалевская, Карбанович, 1975). В течение вегетационного периода 1965—1971 гг. наблюдения велись А. В. Иватиным (1968, 1970, 1974, 1979).

Анализы проводились главным образом кислородным методом. Слянки с пробами воды инкубировались в аквариуме на борту судна при температуре воды в соответствующем водоеме. Интенсивность фотосинтеза на разной глубине определялась на суточных станциях непосредственно в водоеме. Под 1 м² и на все водохранилище за вегетационный период расчеты делались по схеме Ю. И. Сорокина (1958) применительно к кислородному варианту скляночного метода (Пырина, 1966).

Благодаря обогащению воды биогенными элементами при благоприятных гидрометеорологических условиях в первые годы существования водохранилищ отмечалось массовое развитие фитопланктона. Первичная продукция органического вещества также достигала больших величин по всей акватории — 0.83 г С/(м²·сут), особенно в Черемшанском заливе (2.34 г С/(м²·сут), где основную массу фитопланктона (4.72 мг/л) составляли синезеле-

ные водоросли — 4.06 мг/л (Пырина, 1966). В 1959 г. продукция фитопланктона в Черемшанском заливе снизилась и даже летом не превышала 1.23 г С/(м²·сут). Примерно столько же органического вещества продуцировалось на станциях Воляжского плеса — 0.96—1.49 г С/(м²·сут) (Сорокин, 1961). Для этого года характерно снижение продукции фитопланктона по всему водохранилищу, что обусловлено сравнительно слабым его развитием. Из последующих лет наиболее благоприятные условия для продуцирования органического вещества сложились в 1966 г. в результате интенсивного развития синезеленых водорослей. За вегетационный сезон наибольшей продуктивностью отличался Черемшанский залив — 1.20—2.37 г С/(м²·сут). В средних плесах водохранилища интенсивность фотосинтеза в это время не превышала 0.91 г С/(м²·сут), а в плесах, прилегающих к плотине, в отличие от первых лет после залития суши (0.92 г С/(м²·сут) оказалась самой низкой — 0.30—0.45 г С/(м²·сут) (Иватин, 1970).

Продуцирование органического вещества в значительной мере определяется тем или иным количеством водорослей (табл. 35),

Т а б л и ц а 35

Удельная продукция фитопланктона на различных участках водохранилища в 1968 и 1970 гг.

Месяц	Биомасса фитопланктона *, кал/л			Эффективная продукция фитопланктона, кал/(л · сут)			Суточный Р/В-коэффициент		
	ст. 86	ст. 27	ст. 34	ст. 86	ст. 27	ст. 34	ст. 86	ст. 27	ст. 34
1968 г.									
Май	8.14	11.09	0.15	4.01	15.44	1.34	0.49	1.39	8.92
Июнь	3.17	6.15	0.40	19.09	13.17	1.26	6.02	2.14	3.15
Июль	41.08	6.17	2.34	19.28	13.31	3.14	0.46	2.15	1.34
Август	9.55	44.04	0.38	3.65	23.39	2.92	0.38	0.53	7.68
Октябрь	2.58	4.27	0.07	4.10	1.57	0.56	1.20	0.37	8.00
1970 г.									
Май	0.30	2.41	0.14	1.79	0.56	0.45	5.42	0.23	3.21
Июнь	25.69	1.93	0.25	16.29	2.53	1.04	0.63	1.31	4.16
Июль	21.20	6.66	0.72	10.27	5.45	8.42	0.48	0.78	11.69
Август	51.23	1.78	0.30	17.29	7.94	18.25	0.34	4.46	60.83
Сентябрь	60.27	18.03	0.38	19.37	2.05	0.22	0.32	0.11	0.58
Октябрь	8.62	2.95	0.32	7.38	1.37	0.78	0.85	0.46	2.44

* Данные представлены В. В. Журкиной.

хотя и не пропорционально ему. Воляжский плес (ст. 8) и Черемшанский залив (ст. 27) по биомассе фитопланктона и по величине синтезированного им органического вещества характеризуются более высокими показателями, чем Приплотинный плес (ст. 34). Однако напряженность фотосинтеза при низкой биомассе фитопланктона выше, чем на участках с высокой биомассой, на что

указывают P/B -коэффициенты. Это связано, очевидно, с эффектом самозатенения, из-за которого уменьшается количество проникающей солнечной радиации в толщу воды, и некоторыми другими факторами.

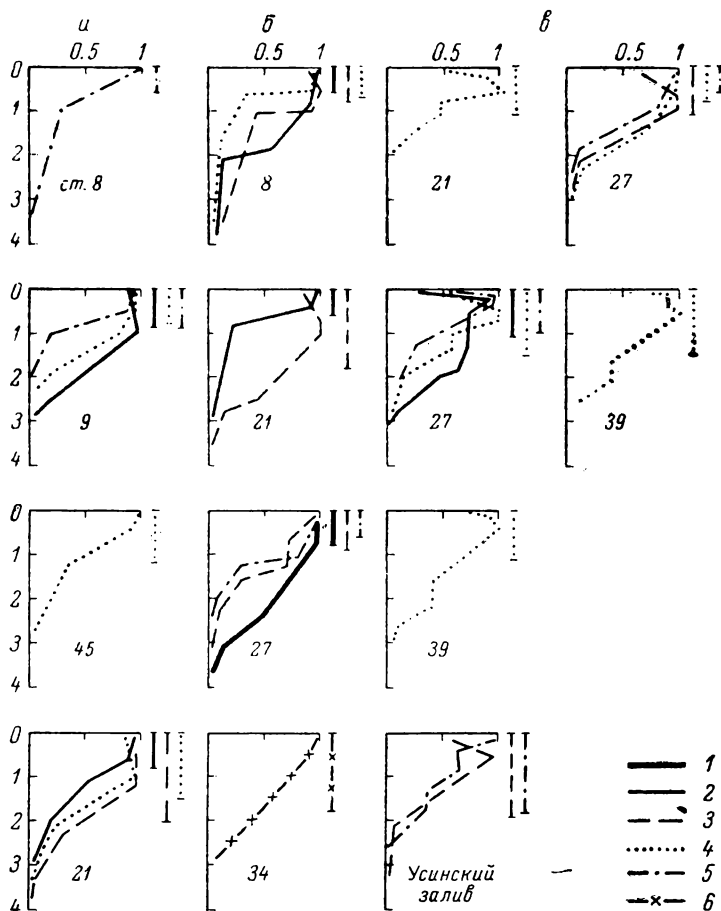


Рис. 26. Интенсивность фотосинтеза фитопланктона по глубине трофогенного слоя воды.

а — 1966 г., б — 1967 г., в — 1971 г. 1 — май, 2 — июнь, 3 — июль, 4 — август, 5 — сентябрь, 6 — октябрь. По оси ординат: слева — глубина, м, справа — прозрачность воды, м; по оси абсцисс — интенсивность фотосинтеза, отн. ед.

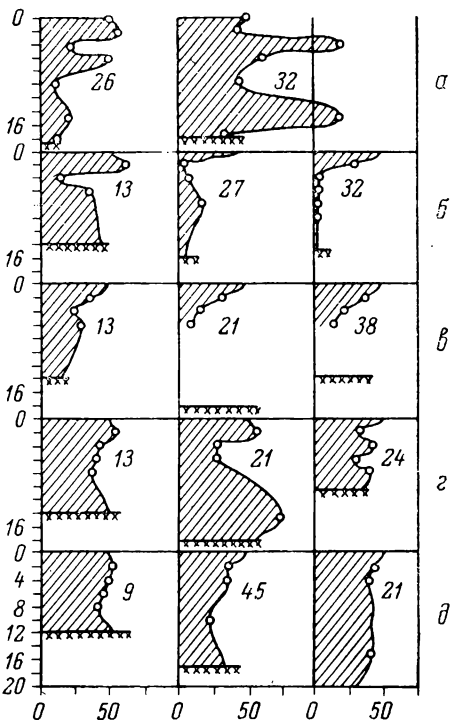
Величина первичной продукции зависит также от концентрации хлорофилла, физико-химических свойств, от количества солнечной радиации, поступающей на поверхность водоема. И. Л. Пыриной (1967) установлено, что максимальный фотосинтез волжского фитопланктона происходит при интенсивности солнечной радиации 200, 250 и 400 кал/(см²·сут) соответственно для синезеленых, диатомовых и зеленых водорослей. Увеличение потока

солнечной радиации более 600 кал/(см²·сут) вызывает депрессию растительного планктона (Горбунов, 1976) и снижение его продукции. В этом случае наиболее интенсивный фотосинтез протекает на глубине 10—40, иногда 50 см от поверхности воды (рис. 26). Несмотря на то что активный фитопланктон занимает пространство от поверхности воды до самого дна (рис. 27), толщина трофогенного слоя, как правило, находится в пределах тройной прозрачности воды по диску Секки (100—400 см), которая лишь летом и осенью на некоторых предплотинных участках достигает 260 см.

В течение дня наиболее интенсивно органическое вещество продуцируется с 10 до 16 ч. Эффективность использования солнечной энергии при различном составе и биомассе фитопланктона в различных участках водохранилища в первые годы

Рис. 27. Вертикальное распределение активного фитопланктона в различных участках водохранилища (Салманов и Сорокин, 1962).

Цифры на кривых — номера станций. а — май, б — июль, в — август, г — сентябрь, д — ноябрь. По оси ординат — глубина, м; по оси абсцисс — фотосинтетическая активность водорослей, отн. ед.



его существования составляла 0.01—2.14% в Волжском плесе, а для большей части акватории предел колебания равнялся 0.10—0.40% (Пырина, 1967). За сезон вегетации в 1966—1971 гг. в Волжском и Ульяновском плесах эффективность использования солнечной энергии составляла соответственно 0.24—0.44 и 0.06—0.13%.

Сезонные изменения продукции фитопланктона в различных участках водохранилища имеют свои особенности (рис. 28), которые определяются биологическими и гидрометеорологическими условиями. Как по отдельным плесам, так и в целом по водохранилищу (рис. 29) интенсивность фотосинтеза растет от весны к лету, а осенью вновь снижается.

Слабая прозрачность и низкая температура воды являются основными причинами, сдерживающими фотосинтез в начальный период вегетационного сезона. Биомасса фитопланктона в это время

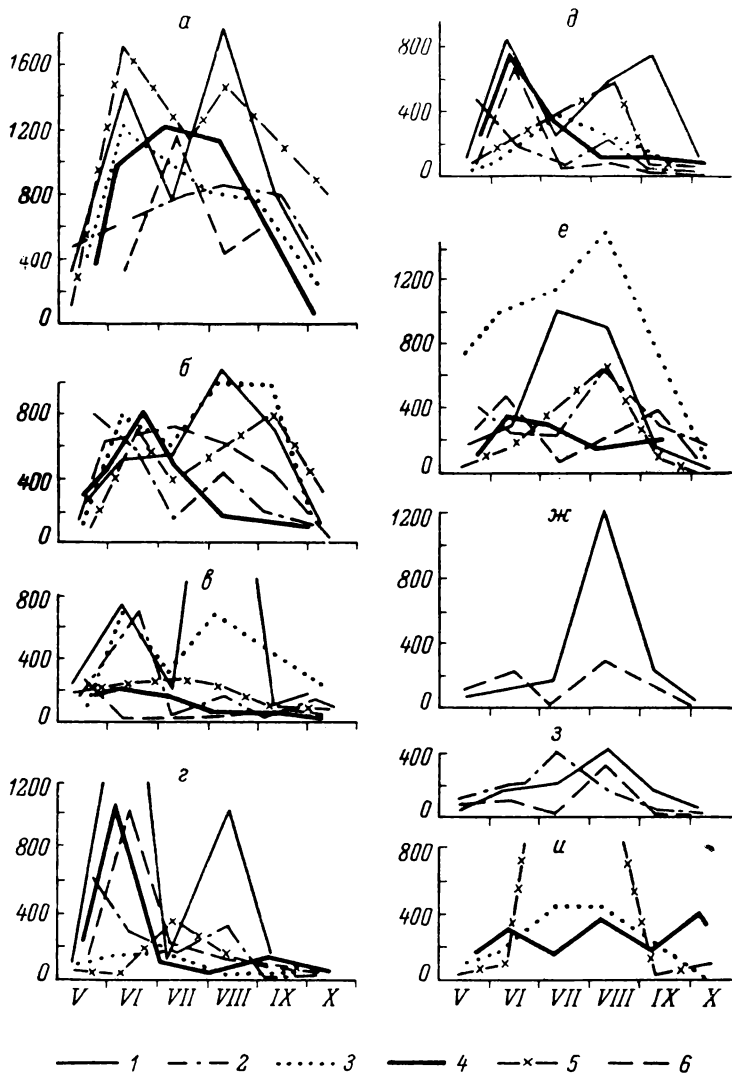


Рис. 28. Сезонная динамика продукции фитопланктона за сутки в различных плесах водохранилища.

a — Волюжский, *б* — Волго-Камский, *в* — Тетюшский, *г* — Ундорский, *д* — Ульяновский, *е* — Черемшанский залив, *ж* — Новодевиченский плес, *з* — Приплотинный, *и* — Новодевиченский и Приплотинный плесы. 1 — 1966 г., 2 — 1967 г., 3 — 1968 г., 4 — 1969 г., 5 — 1970 г., 6 — 1971 г. По оси ординат — суточная продукция, т углерода; по оси абсцисс — месяцы.

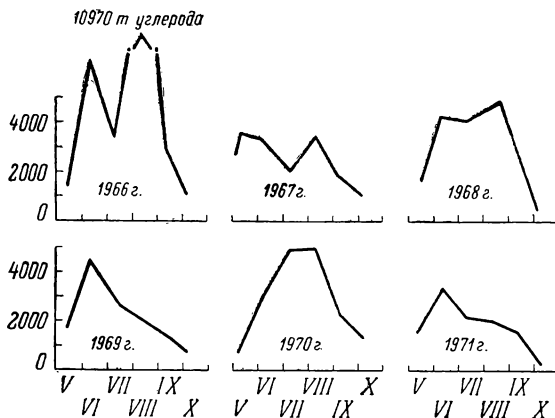


Рис. 29. Сезонная динамика продукции фитопланктона за сутки на все водохранилище в разные годы.

По оси ординат — продукция фитопланктона, т. углерода; по оси абсцисс — месяцы.

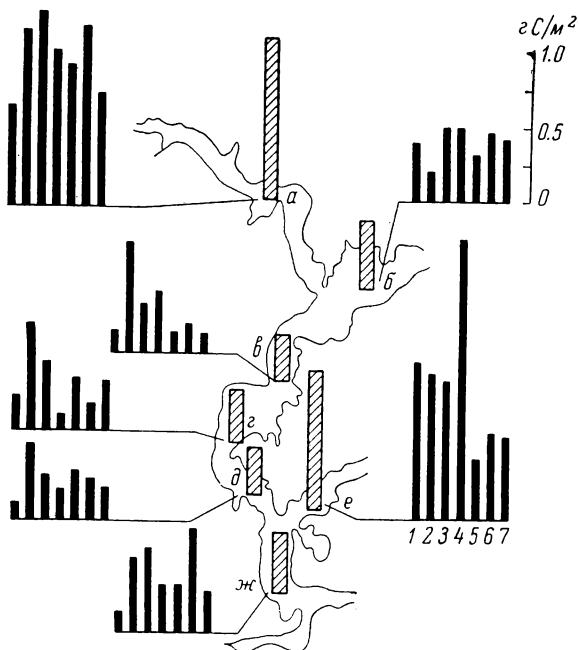


Рис. 30. Средняя суточная продукция фитопланктона в различных плесах водохранилища за вегетационный период ряда лет.

1 — 1965 г., 2 — 1966 г., 3 — 1967 г., 4 — 1968 г., 5 — 1969 г., 6 — 1970 г., 7 — 1971 г.; жс — Новодевичинский и Приплотинный плесы. Заштрихованные столбики — средняя многолетняя суточная продукция фитопланктона. Остальные обозначения те же, что на рис. 28.

представлена главным образом диатомовыми водорослями. Летом продукция достигает максимальных величин, что связано с увеличением потока солнечной радиации, прогревом водной толщи, повышением прозрачности воды после весеннего половодья, а также с интенсивным развитием синезеленых водорослей. Наиболее интенсивная суточная продукция отмечается в июле—августе, чему способствуют длинный световой день и хорошее развитие водорослей. В Волжском плесе и Черемшанском заливе в это время она может достигать 4.49 г С/м^2 . Вместе с тем в течение лета в различных участках водоема нередко наблюдается период спада фотосинтеза (рис. 28), одной из причин которого является смена комплекса растительного планктона. Ослабление солнечной радиации в отдельные пасмурные дни летом сильно снижает величину продукции на обширных пространствах, как это было в 1971 г., когда самая высокая суточная интенсивность фотосинтеза не превышала 1.54 г С/м^2 . Осенью интенсивность фотосинтеза замедляется вследствие уменьшения потока солнечной радиации, потери тепла, отмирания и лизиса водорослей, особенно синезеленых. В целом по водохранилищу за вегетационный период наблюдаются один—два пика продуцирования органического вещества фитопланктоном.

Как уже отмечалось, в первые 2 года после заполнения водохранилища наиболее продуктивными участками были Черемшанский залив и Волжский плес. При интенсивной солнечной радиации и высокой концентрации биогенных элементов в Черемшанском заливе хорошо вегетировали синезеленые водоросли (Стройкина, 1963), что, по-видимому, и определяло высокий потенциал продуцирования органического вещества. В 1959 г. Ю. И. Сорокин (1961) обратил внимание на снижение первичной продукции в заливе, что связано, по его мнению, с уменьшением в воде биогенных элементов. Однако не одни они определяли степень развития водорослей и величину первичной продукции. Температурный режим, прозрачность воды, волнение и многие другие факторы оказывают громадное влияние на развитие водорослей.

Из данных следует (рис. 30), что максимальные величины продукции фитопланктона чаще всего наблюдаются в Волжском плесе и Черемшанском заливе, т. е. в местах, где сильно развивается фитопланктон (табл. 34). В средних (Тетюшский, Ундорский, Ульяновский) и нижних (Новодевиченский, Приплотинный) плесах с низкой численностью и биомассой фитопланктона (Пырина, 1966; Кузьмин, 1974; Михеева, Бусько, 1975) обычно мала и первичная продукция органического вещества.

Биомасса и продукция фитопланктона в одни и те же сроки в разные годы достигают значительных величин и наблюдаются как на участках, характеризующихся высоким уровнем продукции (Волжский плес и Черемшанский залив), так и на малопродуктивных (Приплотинный плес), что нетрудно заметить при сравнении результатов за 1968 и 1970 гг. (табл. 35).

Величина продукции фитопланктона изменяется и в пределах

одного плеса. Так, по продольному разрезу Волжского плеса (ст. 8, 9, 13а) сверху вниз по течению первичная продукция убывает с изменением гидрологических условий от речных к озерным. В среднем в 1965—1971 гг. на указанных станциях продуцировалось 1.86, 1.03 и 0.76 г С/(м²·сут) органического вещества. Ниже Волжского плеса его образуется в 2—3 раза меньше, чем на ст. 13а, а по сравнению с головной частью Волжского плеса (ст. 8) разница достигает еще больших размеров. Известно также, что по биомассе фитопланктона Волжский плес в 4 раза богаче, чем остальные участки, расположенные ниже по руслу Волги (Кузьмин, 1974). Исключением является Черемшанский залив, в котором при благоприятных гидрометеорологических условиях продукция фитопланктона может достигать даже более высоких величин (рис. 30).

По уровню продуцирования органического вещества от большего к меньшему на основе средних многолетних данных плесы Куйбышевского водохранилища можно расположить в следующем порядке: Волжский плес и Черемшанский залив; Волго-Камский, Новодевиченский и Приплотинный плесы; Тетюшский, Ундорский и Ульяновский плесы. Более 40% продукции фитопланктона Куйбышевского водохранилища приходится на Волжский плес и Черемшанский залив, площадь которых составляет всего лишь 20% от общей. Валовая продукция фитопланктона в Черемшанском заливе по своему объему равна сумме продукций Новодевиченского и Приплотинного плесов вместе взятых, хотя общая площадь их в 2 раза больше (табл. 36).

Общее количество органического вещества, продуцируемое за вегетационный период, определяли графически (рис. 27).

Под влиянием разных факторов (метеорологических, гидрологических, биологических и др.) ежегодно в Куйбышевском водохранилище продуцируется от 330 до 940 тыс. т С, или от 62 до

Т а б л и ц а 36

Продукция и деструкция органического вещества в плесах водохранилища за вегетационный период по многолетним данным (1966—1971 гг.)

Плес	Площадь		Продукция			Деструкция			Отношение деструкции к продукции
	км ²	%	тыс. т С	г С/м ²	%	тыс. т С	г С/м ²	%	
Волжский	670	12.96	134	200	27.92	213	318	21.56	1.59
Волго-Камский	980	18.95	78	80	16.25	132	135	13.36	1.69
Тетюшский	870	16.83	50	57	10.42	170	195	17.21	3.40
Ундорский	750	14.31	47	63	9.75	108	146	10.93	2.30
Ульяновский	690	13.35	40	58	8.33	112	162	11.34	2.80
Черемшанский залив	400	7.74	64	160	13.33	113	282	11.43	1.76
Новодевиченский и Приплотинный	820	15.86	67	82	13.96	140	171	14.17	2.10

Т а б л и ц а 37

**Продукция фитопланктона и деструкция
органического вещества в водохранилище
за вегетационный период ряда лет**

Год	Продукция		Деструкция		Отношение деструкции к продукции
	тыс. т С	г С/м ²	тыс. т С	г С/м ²	
1957 *	800	143	1600	286	2.0
1958 **	940	168	1680	300	1.8
1965	340	68	—	—	—
1966	650	130	1800	360	2.7
1967	500	104	1100	229	2.2
1968	500	97	670	131	1.3
1969	370	72	850	160	2.2
1970	520	96	920	171	1.8
1971	330	62	828	159	2.5
С р е д н е е	550	100	1180	220	2.2

* Данные М. А. Салманова и Ю. И. Сорокина (1961).

** Данные И. Л. Пыриной (1966).

168 г С/м² органического вещества фитопланктона (табл. 37). Согласно И. Л. Пыриной (1966), около 46% органического вещества создается диатомовыми водорослями, почти столько же синезелеными, а на долю остальных групп водорослей приходится всего лишь 9%. Значение макрофитов в продукционном процессе невелико, так как акватория, занимаемая ими, составляет не более 1% (Экзерцев и др., 1971).

Органическое вещество, образующееся в водохранилище в процессе фотосинтеза, используется затем гетеротрофными организмами. При этом разрушается его больше, чем образуется в процессе фотосинтеза, потому что значительная часть поступает в водохранилище с водосборной площади. В первые годы обогащение воды органическим веществом прежде всего происходило за счет выщелачивания почвенно-грунтового комплекса и разложения остатков затопленной растительности. Под 1 м² поверхности водоема за вегетационный период 1957 г. (Салманов и Сорокин, 1961) и 1958 г. (Пырина, 1966) разлагалось 286—300 г углерода органического вещества, что было примерно в 2 раза больше первичной продукции того времени. Такое же соотношение сохранилось и в последующие годы. При этом количество органического вещества за счет выщелачивания его из затопленных почв и растительности сократилось, но одновременно уменьшилась продукция фитопланктона.

Интенсивность деструкции по участкам водохранилища изменяется аналогично фотосинтезу фитопланктона. Деструкция по отдельным плесам (рис. 31) за вегетационный период колеблется в пределах 135—318 г С/м². По вертикальному профилю чаще

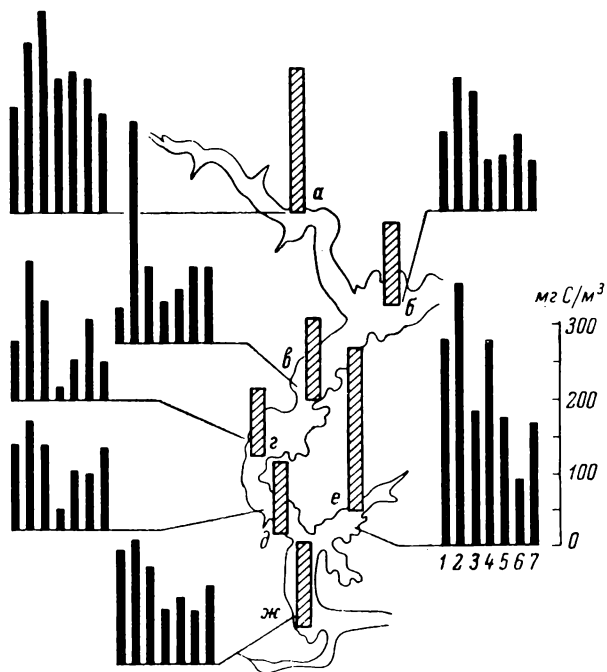


Рис. 31. Средняя суточная деструкция органического вещества в воде различных плесов Куйбышевского водохранилища за вегетационный период ряда лет.

Обозначения те же, что на рис. 30.

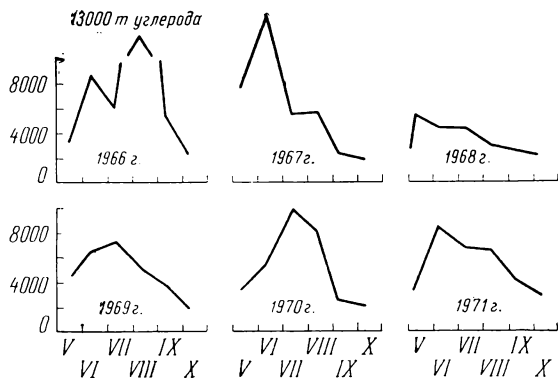


Рис. 32. Сезонная динамика деструкции органического вещества за сутки на все водохранилище в разные годы.

По оси ординат — деструкция органического вещества, т углерода; по оси абсцисс — месяцы.

всего она меняется незначительно, наибольшая относительная разница отмечается летом. Расчеты деструкции в толще воды производились путем интерполяции результатов в пробах воды из поверхностных и придонных слоев. По плесам наблюдается несколько подъемов и спадов деструкции в течение вегетационного периода. В целом по водоему больше всего органического вещества разрушается в теплые летние месяцы (июнь—сентябрь) и большей частью выражен лишь один максимум. В некоторые годы отмечается второй небольшой осенний пик деструкции. Ранней весной и поздней осенью при низкой температуре воды распад органического вещества замедляется (рис. 32).

По акватории водохранилища изменения интенсивности распада органического вещества протекают аналогично изменениям интенсивности фотосинтеза. В Черемшанском заливе деструкционные процессы идут несколько интенсивнее, чем в Волжском плесе (рис. 31).

В среднем с мая по ноябрь в 1965—1971 гг. суточная деструкция в Волжском плесе и Черемшанском заливе составила 0.196—0.215 г С/(м³·сут), в Волго-Камском и Тетюшском плесах она протекала слабее — 0.113 г С/(м³·сут). Примерно столько же органического вещества подвергалось разрушению в нижних — Новодевиченском и Приплотинном — плесах — 0.116 г С/(м³·сут). Самые низкие величины суточной деструкции отмечались в Ундорском (0.091 г С/(м³·сут) и Ульяновском (0.097 г С/(м³·сут⁻¹) плесах.

Интенсивность деструкции органического вещества за вегетационный период в полном объеме водохранилища рассчитывали по такой же схеме, как и продукцию фитопланктона (табл. 37). От года к году соотношение деструкции и продукции органического вещества колеблется в пределах 1.3—2.7. Как и в других водохранилищах, на отдельных станциях разрыв между деструкцией и первичной продукцией под 1 м² поверхности иногда достигает больших величин, особенно на глубоководных участках. Это свидетельствует о большом значении аллохтонного органического вещества в жизни водных организмов. Известно, что в основном оно разрушается бактериями.

Процессы распада органического вещества протекают также весьма интенсивно в донных отложениях, особенно на границе раздела грунт—вода. По данным за 1971 г. на отдельных станциях грунтами поглощается от 70 до 610 мг О₂/(м²·сут) (табл. 38). Минимальная деструкция была в мае — 170 в среднем по водохранилищу, максимальная в июне — 410, в сентябре и октябре результаты оказались близкими — 220—250 мг О₂/(м²·сут).

В течение вегетационного периода донные отложения водохранилища поглощают от 840 до 2110 т кислорода за сутки (табл. 39), что соответствует окислению 320—790 т органического вещества, выраженного в углеводе. С мая по октябрь количество разрушенного органического вещества в донных отложениях Куйбышевского водохранилища оказалось равным 78 тыс. т С, для окисления

Т а б л и ц а 38

**Поглощение кислорода донными отложениями водохранилища
в 1971 г., мг/(м² · сут)**

№ станции	V	VI	VII	VIII	IX	X	Среднее
9	250	210	570	210	200	—	290
13а	—	380	370	300	300	280	330
45	190	390	290	120	230	190	240
21	210	430	210	80	170	230	220
25	130	520	380	320	180	290	300
56	160	440	100	70	230	220	200
27	130	440	250	610	320	220	330
65	100	500	190	240	70	260	230
66	—	340	150	130	260	240	220
34	160	550	140	140	210	200	230
39	—	280	140	240	—	210	220
С р е д н е е	170	410	250	220	220	230	—

Т а б л и ц а 39

**Поглощение кислорода и деструкция органического
вещества в донных отложениях водохранилища (1971 г.)**

Месяц	Площадь водохрани- лища, км ²	Поглощение O ₂		Деструкция органиче- ского веще- ства на весь водоем, т С
		средне- суточное, мг/м ²	на всей площади, т O ₂	
Май	4970	170	840	320
Июнь	5140	410	2110	790
Июль	5720	250	1430	540
Август	5720	220	1260	470
Сентябрь	4970	220	1090	410
Октябрь	5050	230	1160	440

которого было потреблено 208 тыс. т O₂. В расчете на 1 м² поверхности дна деструкция равняется 15 г С, что составляет 24% от первичной продукции фитопланктона (Иватин, 1973б). При сопоставлении с аналогичными данными для Рыбинского водохранилища (Романенко, Романенко, 1969), в котором разрушается 23 г С/м² (30% от продукции фитопланктона), деструкция в донных отложениях Куйбышевского водохранилища оказалась в 1.5 раза меньше. Это обусловлено, по-видимому, значительными глубинами, которые на отдельных участках достигают 35—40 м, где распад органического вещества происходит главным образом в толще воды.

От общей деструкции органического вещества (174 г/м² С в 1971 г.) на долю донных отложений приходится в среднем

около 9%. Из этого следует, что потребление кислорода в придонных слоях в этом году было невелико, за исключением мелководных участков, и, следовательно, не могло сильно сказаться на кислородном режиме.

ФИТОПЛАНКТОН

Сведения по фитопланктону р. Волги в районе Куйбышевского водохранилища до зарегулирования немногочисленны. В работе А. Н. Азанчевской-Васильевой и соавторов (1932) перечислены массовые виды фитопланктона. И. А. Киселевым (1948), исследовавшим фитопланктон р. Волги от р. Свияги до г. Куйбышева, зарегистрировано 229 видов, разновидностей и форм водорослей. В целом фитопланктон охарактеризован им как диатомово-сине-зеленый с заметным развитием зеленых водорослей. В работе А. Д. Приймаченко (1959) приведены массовые виды и отмечено преобладание диатомовых, хлорококковых и в меньшей мере сине-зеленых водорослей. Средняя численность фитопланктона колеблется в пределах участка от 1.5 до 13.9 млн. кл./л.

Данные по фитопланктону водохранилища содержатся в ряде работ (Мороховец, 1959; Стройкина, 1962а, 1962б, 1963; Миргородченко, 1966, 1968, 1970; Приймаченко, 1966а, 1966б; Пырина, 1966; Гусева, Приймаченко, 1971; Кузьмин, Охупкин, 1975; Лаврентьева, 1977; Волга и ее жизнь, 1978, и др.).

Видовой состав

В первые годы существования водохранилища видовое разнообразие фитопланктона по сравнению с рекой до зарегулирования было низким, что, по мнению Л. В. Мороховец (1959), обуславливалось большим количеством терригенных взвесей в образовавшемся водоеме. В 1959 г. в планктоне отмечено всего 220 видов и внутривидовых таксонов водорослей (Стройкина, 1962а, 1962б). К 1964 г. их число возросло до 278, а к 1971 до 538 (табл. 40).

По литературным данным и материалам собственных наблюдений всего в фитопланктоне водохранилища зарегистрировано 958 видов, разновидностей и форм водорослей (см. табл. 42). Среди них около 500 видов и внутривидовых таксонов типично планктонные, около 250 — литоральные и около 200 — бентосные формы водорослей. В числе отмеченных 19 — эпифиты планктонных видов, 13 — эпibiонты и 2 — эндобионты. Большинство видов и разновидностей (752) — космополиты, 40 — бореальные, 18 — северо-альпийские и 3 — арктические формы. Среди обнаруженных видов 289 индикаторов сапробности, большинство из которых (51%) характерны для β -мезосапробных условий (табл. 41). Таким образом, видовое разнообразие фитопланктона водохранилища сравнительно велико. По числу отмеченных видов Куйбышевское водохранилище уступает лишь выпележащему Рыбинскому (Кузьмин, 1976), но значительно превосходит нижележащее Волгоградское (Герасимова, 1976).

Т а б л и ц а 40

Число видов и внутривидовых таксонов в фитопланктоне
водохранилища в разные годы

Группа водорослей	Волга до зарегулиро- вания, 1948 г.	1957—1959 гг.	1968—1971 гг.	1975 г.	1976 г.	1977 г.	1978 г.	1979 г.	Общее количество
<i>Cyanophyta</i>	37	36	67	50	42	49	22	46	96
<i>Chrysophyta</i>	10	7	21	18	26	7	7	13	51
<i>Bacillariophyta</i>	97	91	176	135	86	138	37	156	343
<i>Xanthophyta</i>	9	3	8	7	5	10	3	9	22
<i>Pyrrophyta</i>	11	7	15	11	9	13	7	10	32
<i>Euglenophyta</i>	11	12	32	33	16	44	11	48	94
<i>Chlorophyta</i>	74	142	219	185	110	178	84	160	320
В с е г о:	229	278	538	439	294	439	171	442	958

Т а б л и ц а 41

Распределение индикаторных видов фитопланктона водохранилища
по зонам сапробности

Индикаторы сапробности	х	х-о о-х	о	о-β β-о	β	β-α α-β	α	α-ρ ρ-α	ρ	Всего видов
Число видов	7	14	32	39	147	18	26	5	1	289
% от общего числа видов	2.4	4.8	11.1	13.5	50.9	6.2	9.0	1.8	0.3	100

П р и м е ч а н и е. х — ксенозапробы, х-о — ксенозапробы-олигосапробы, о-х — олигосапробы-ксенозапробы, о — олигосапробы, о-β — олигосапробы-β-мезосапробы, β-о-β — мезосапробы-олигосапробы, β-β — мезосапробы, β-α-β-α — мезосапробы, α-β — мезосапробы, α-α — мезосапробы, α-ρ-α — мезосапробы-полисапробы, ρ-α-α — мезосапробы-полисапробы, ρ — полисапробы.

Видовое разнообразие фитопланктона в различных участках водохранилища неодинаково. Наиболее богат видами речной участок, особенно Волжский плес, что обусловлено поступлением водорослей из верхних участков реки и притоков, приносящих богатый по видовому составу планктон с преобладанием реофилов (Гусева, Приймаченко, 1971; Волга и ее жизнь, 1978). Последние выпадают из планктона в Камском озеровидном расширении, где скорость течения понижается и наблюдается разбавление волжских вод камскими. Минимальное разнообразие водорослей отмечается в станциях Ундорского и Ульяновского плесов. В Приплотинном плесе видовой состав фитопланктона более богат, чем в средней части водоема, но в 1.5—3. раза беднее по сравнению с Волжским.

По числу видов, разновидностей и форм на первом месте стоят диатомовые водоросли (табл. 40). Значительное обогащение видо-

вого списка диатомей в последние годы произошло преимущественно за счет бентосных и литоральных видов, которые, однако, не играют существенной роли в общей биомассе фитопланктона. Наибольшее видовое разнообразие диатомовых отмечается в верхних речных участках водохранилища. По мнению А. Д. Приймаченко (1966а, 1966б), воды Камы приносят в водохранилище более богатый диатомовый планктон, чем воды Волги, однако, по нашим данным, число видов диатомей на Волго-Камском плесе ежегодно в 1.5—2 раза ниже, чем в Волжском. По мере продвижения от верховий к плотине в целом наблюдается обеднение состава диатомовых (табл. 42).

Среди диатомовых в планктоне водохранилища в массе вегетируют *Melosira granulata* (Ehr.) Ralfs et var. *angustissima* (O. Müll.) Hust., *M. islandica* O. Müll. var. *islandica*, *Cyclotella kuetzingiana* Thw. var. *kuetzingiana*, *C. meneghiniana* Kütz., *Stephanodiscus hantzschii* Grun. var. *hantzschii*, et var. *pusillus* Grun., *S. binderanus* (Kütz.) Krieg., *S. subtilis* (W. Goor.) A. Cl., *Asterionella formosa* Hass., *Fragilaria crotonensis* Kitt. Некоторые массовые виды — *Asterionella formosa*, *Melosira italica* var. *tenuissima* (Grun.) O. Müll., *M. islandica*, *Nitzschia acicularis* W. Sm. — вегетируют преимущественно в верхних участках водохранилища. Другие виды — *Melosira granulata* var. *granulata* et var. *angustissima*, *M. distans* (Ehr.) Kütz. var. *distans*, *Stephanodiscus hantzschii* var. *hantzschii* et var. *pusillus*, *S. subtilis*, *S. binderanus*, *Cyclotella meneghiniana* — встречаются на всех плесах в течение всего вегетационного периода.

Диатомовые — руководящая группа фитопланктона и по показателям обилия. Их среднесезонная численность составляет 70—75%, а биомасса 70—90% от общей (табл. 43). В последние годы биомасса диатомовых увеличивается. Так, в 1968—1971 гг. их среднесезонная биомасса колебалась в пределах 2.1—3.5, а в 1975, 1976 и 1979 гг. в 4—5 — 11.1 г/м³ (табл. 44).

По числу видов в общем списке вслед за диатомовыми следуют зеленые водоросли, однако в годичном аспекте число видов зеленых выше. На долю последних приходится 40—50% общего числа видов, отмеченных за сезон (из них хлорококковые 75—80%). Но по численности и особенно по биомассе зеленые заметно уступают как диатомовым, так и синезеленым водорослям. Среди вольвоксовых обильны *Chlamydomonas monadina* var. *monadina* et var. *cingulata*, *Pandorina morum* (Müll.) Bory, *Eudorina elegans* Ehr.

Из хлорококковых водорослей, наряду с обычными для многих водоемов видами *Scenedesmus*, *Pediastrum*, *Ankistrodesmus*, *Coelastrum*, *Crucigenia*, *Actinastrum*, *Oocystis* и др., в последние годы в водохранилище в значительном количестве встречаются *Siderocelis ornata* Fott., *Scenedesmus acuminatus* f. *maximus* Uherkow., *S. intermedius* var. *balaticus* Hortob., *Coelastrum reticulatum* (Dang.) Senn., *Dictyosphaerium ehrenbergianum* Naeg. Среди десмидиевых обычны *Closterium gracile* var. *elongatum* (W. et G. S. West) Kossinsk., *C. peracerosum* Gay, *C. acutum* var. *variabile* (Lemm.)

Т а б л и ц а 42. Число видов фитопланктона в разных плесах водохранилища

Плес	1973 г.						1977 г.							
	синезеленые	золотистые	диатомовые	желтозеленые	пиррофитовые	зеленые	синезеленые	золотистые	диатомовые	желтозеленые	пиррофитовые	зеленые	авлениовые	Всего
Волжский Волго-Камский Петушский Ундорский Ульяновский Новодевичинский Припютинский Черемшанский залив	29	12	118	4	7	17	26	4	107	8	4	35	120	304
	20	6	52	1	8	9	26	1	71	4	1	8	66	177
	25	7	41	4	8	9	27	0	48	6	5	12	68	166
	20	5	28	1	6	4	11	0	16	0	0	0	3	30
	25	4	34	1	8	1	29	0	43	2	5	6	78	163
	21	4	36	1	6	4	25	2	37	3	6	0	53	126
	36	10	55	2	9	9	17	1	39	0	1	0	33	91
	25	8	44	4	8	10	11	1	5	0	0	1	13	31
Итого:	50	18	135	7	41	33	49	7	138	10	13	44	178	439

Т а б л и ц а 43. Среднесезонная биомасса основных групп фитопланктона по плесам водохранилища, г/м³

Плес	1975 г.					1979 г.				
	диатомовые	синезеленые	зеленые	прочие	все	диатомовые	синезеленые	зеленые	прочие	все
Волжский	29.30	6.63	2.29	0.18	38.40	11.60	0.48	0.81	0.42	13.31
Волго-Камский	11.05	1.06	0.91	0.36	13.38	6.91	0.05	0.50	0.20	7.66
Тетюшский	8.60	6.05	0.77	0.25	15.67	10.70	0.26	0.24	0.15	11.35
Ундорский	6.86	3.14	0.60	0.14	10.74	3.58	0.41	0.06	0.06	4.41
Ульяновский	5.69	3.54	0.67	0.15	10.05	1.89	0.19	0.05	0.16	2.29
Новодевичинский	5.68	2.99	0.87	0.12	9.66	2.88	6.87	0.13	0.62	10.50
Припютинский	10.39	5.02	0.82	0.12	16.35	1.59	1.66	0.04	0.06	3.35
Черемшанский залив	8.28	11.64	0.41	0.01	20.34	4.27	3.87	0.15	0.50	8.79
Среднее	10.73	5.01	0.92	0.17	16.83	5.43	1.72	0.25	0.27	7.67

Krieg., *Staurastrum paradoxum* Meyen. Максимальное обилие зеленых наблюдается в теплые годы, а минимальное — в прохладные. Так, среднесезонная биомасса зеленых составляла в теплом 1975 г. 1.1 г/м³, а в холодном 1976 г. — 0.25 г.

Видовое разнообразие синезеленых (96 видов и форм) заметно ниже, чем диатомовых и зеленых, но их роль в планктоне водохранилища, особенно в летний период, весьма значительна. Среди си-

Т а б л и ц а 44
Среднесезонная биомасса фитопланктона водохранилища
в разные годы, г/м³

Год	Диатомовые	Синезеленые	Зеленые	Прочие	Всего
1957	1.48	4.56	0	0	6.04
1958	1.98	2.22	0.71	0.06	4.97
1959	1.59	1.27	0.44	0	3.30
1968	2.07	0.14	0.10	0.13	2.34
1969	2.13	0.04	0.12	0.07	2.36
1970	3.48	0.29	0.12	0.12	4.01
1971	2.53	0.79	0.12	0.02	3.46
1975	11.08	4.06	0.99	0.18	16.31
1976	4.50	1.31	0.26	0.16	6.23
1979	5.59	1.42	0.26	0.24	7.51

незеленых в массе развиваются *Aphanizomenon flos-aquae* (Lyngb.) Breb. f. *flos-aquae* et f. *klebanii* Elenk., *Microcystis aeruginosa* Kütz. emend. Elenk., *Anabaena flos-aquae* et f. *aptecariana* Elenk., *A. spiroides* f. *spiroides* Kleb., *Gomphosphaeria lacustris* Chod. f. *compacta*. В последние годы возросло обилие *Microcystis aeruginosa* f. *sphaerodictyoides* Elenk. Как и в первые годы существования водохранилища, обилие синезеленых в отличие от диатомовых в целом возрастает от верховий к плотине, где их биомасса достигает 180 г/м³. Биомасса синезеленых, как и диатомовых, по-видимому, возрастает в последние годы (табл. 43).

Кроме диатомовых, синезеленых и зеленых, существенную роль в планктоне водохранилища играют лишь пиррофитовые и эвгленовые водоросли. Первые отмечаются повсеместно, но в сравнительно небольшом количестве (биомасса 0.1—2.5 г/м³, лишь в отдельных случаях до 9 г/м³). Среди пиррофитовых наиболее обычны *Peridinium cinctum* Penard., *P. latum* Pauls., *Glenodinium penardii* Lemm., *G. gymnodinium* Penard., *Cryptomonas ovata* Skuja. Эвгленовые представлены преимущественно *Trachelomonas volvocina* Ehr. var. *volvocina*, *T. hispida* (Perty) Stein emend. Defl. var. *hispida*, *T. granulata* Swir., *Phacus caudatus* Hübner var. *caudatus*, *Ph. pyrum* (Ehr.). Stein. Несмотря на значительное видовое разнообразие, роль золотистых и желтозеленых водорослей в общей биомассе невелика.

Зимний фитопланктон водохранилища беден. Численность водорослей не превышает 15—170 тыс. кл./л, а биомасса 0.01—0.35 г/м³. Однако в малоснежные зимы на отдельных участках водоема наблюдается подледное «цветение». Так, в январе 1968 г. в Черемшанском заливе вегетировали виды *Stephanodiscus* (*S. binderanus*, *S. hantzschii*, *S. astraea* (Ehr.) Grun.) с численностью 17 млн. кл./л и биомассой 6 г/м³. В январе 1969 г. «цветение» отмечено в Волжском плесе в результате вегетации видов *Scenedesmus* и *Pediastrum*. Для зимнего планктона обычны также *Melosira islandica*, *M. italica*, *Asterionella formosa*.

Весной, после вскрытия водохранилища, в конце апреля—начале мая при температуре 7—13 °С основной фон фитопланктона составляют диатомовые: *Melosira italica*, *M. islandica*, *M. granulata* var. *angustissima*, *Cyclotella kuetzingiana*, *C. meneghiniana*, *C. comta*, *Stephanodiscus hantzschii* var. *hantzschii* et var. *pusillus*, *S. astraea*, *S. binderanus*, *Asterionella formosa*, *Surirella ovata* var. *ovata* Kütz., *Nitzschia acicularis*, *Diatoma elongatum*. Численность и биомасса других групп водорослей в это время невелика. Общая биомасса фитопланктона колеблется в верхних плесах в пределах 4—36 г/м³, в средних 0.3—5, у плотины 0.3—12.5 г/м³ (рис. 33, 34).

В июне общее обилие водорослей обычно ниже, чем в мае (0.4—17 г/м³). Однако в это время возрастает численность зеленых, а в годы с ранней весной синезеленых водорослей. Основной фон фитопланктона по-прежнему создают диатомовые.

В июле наблюдается подъем численности и биомассы всех групп водорослей, особенно синезеленых. Общая биомасса достигает в верхних плесах 21—62 г/м³ при преобладании диатомовых (30—80 % общей биомассы). В отдельных участках многочисленны синезеленые с биомассой до 10—16 г/м³ (10—70 % общей). Биомасса зеленых возрастает до 1.5—5 г/м³. В средних плесах биомасса по сравнению с июнем возрастает незначительно и составляет всего 2—7 г/м³. По сравнению с фитопланктоном вышележащих участков здесь гораздо ниже биомасса всех групп водорослей. Диатомовые представлены лишь видами *Stephanodiscus* и *Cyclotella*, синезеленые — *Microcystis* и *Aphanizomenon*. В Приплотинном плесе биомасса водорослей в июле значительно возрастает в результате «цветения» синезелеными.

Максимальная биомасса фитопланктона (до 50—85 г/м³) отмечается в августе, а в годы с теплой осенью в сентябре и октябре при доминировании в верхних плесах — диатомовых в сопровождении синезеленых, а на расширенных участках и в Приплотинном плесе — синезеленых.

В октябре при понижении температуры до 4—7 °С доминируют диатомовые (65—90 %). Общая биомасса фитопланктона в Волжском плесе колеблется в это время в пределах 7—80 г/м³, в средних плесах она обычно не превышает 0.2, а в Приплотинном — 6 г/м³.

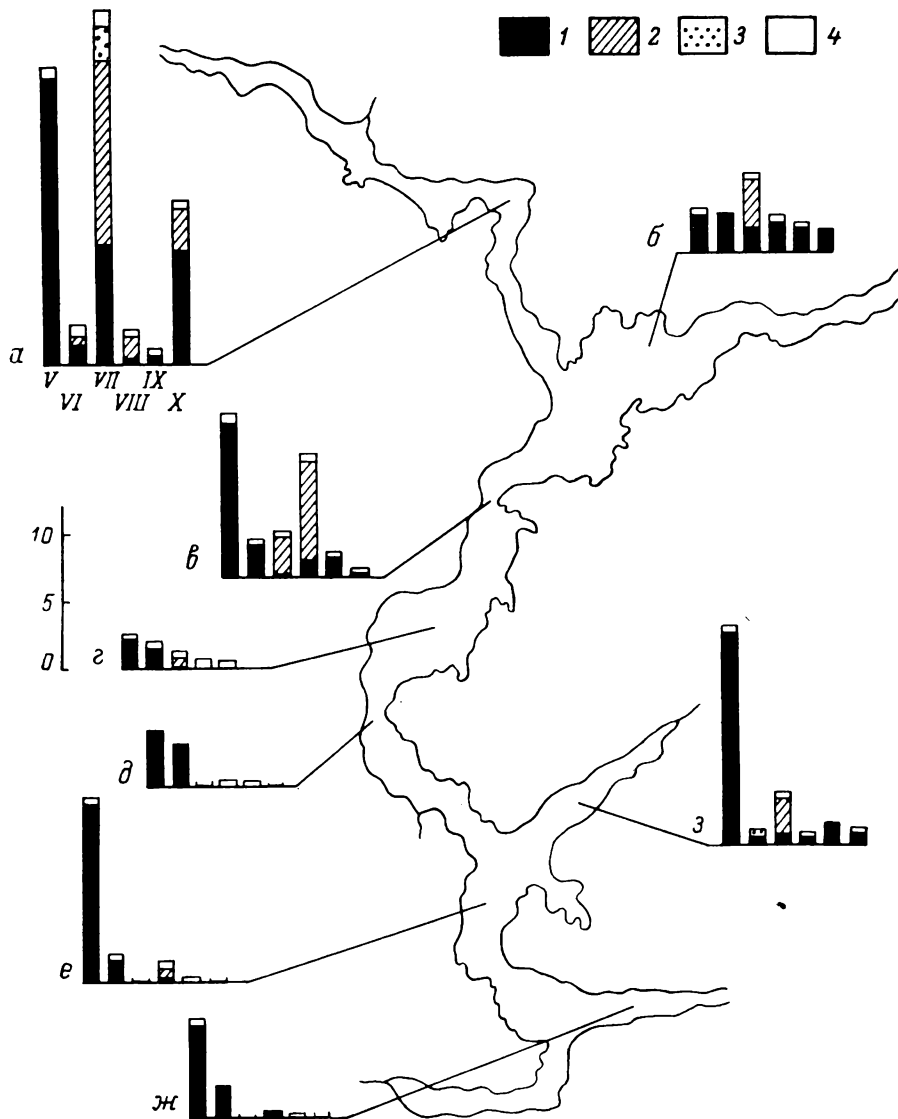


Рис. 33. Динамика биомассы фитопланктона на плесах водохранилища в 1971 г.

a — Волжский, *б* — Волго-Камский, *в* — Тетюшский, *г* — Ундорский, *д* — Ульяновский, *е* — Новодевиченский, *ж* — Приплотинный, *з* — Черемшанский залив. 1 — диатомовые, 2 — синезеленые, 3 — зеленые (эвгленовые, золотистые, пирофитовые и желтозеленые). По вертикали — биомасса, г/м³; по горизонтали — месяцы.

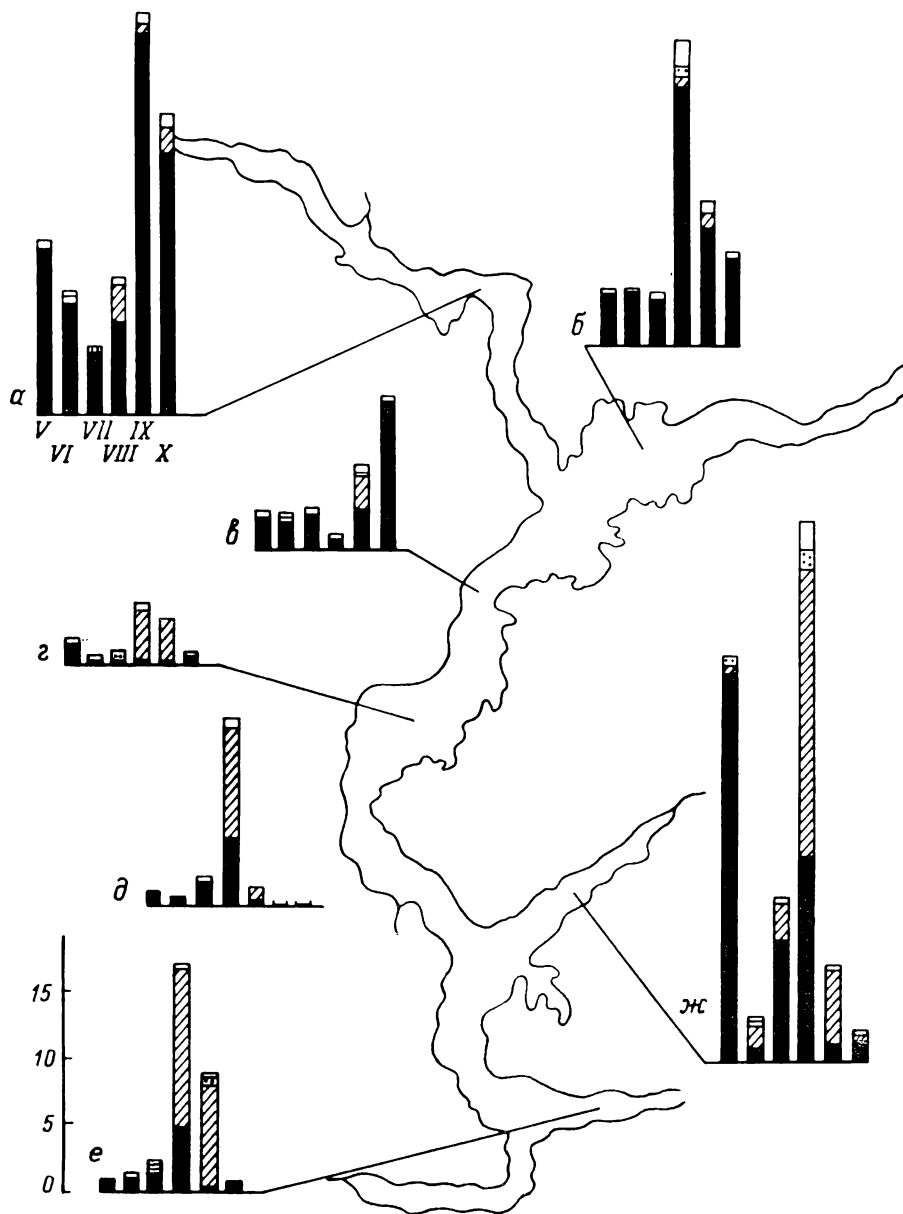


Рис. 34. Динамика биомассы фитопланктона на плесах Куйбышевского водохранилища в 1976 г.

Обозначения те же, что на рис. 33.

Имеющиеся немногочисленные данные о вертикальном распределении фитопланктона свидетельствуют, что в верхнем и среднем участках водохранилища водоросли распределяются в толще воды в течение всего вегетационного периода сравнительно равномерно. В приплотинном участке при преобладании синезеленых летом и осенью последние концентрируются преимущественно в верхних горизонтах водной толщи.

При сравнении фитопланктона в первые годы существования водохранилища с современным, помимо обогащения флористического списка, заметны изменения распределения планктонных водорослей по участкам. Если в первые годы обилие фитопланктона в разных плесах было почти одинаковым, то уже к 1965 г. его биомасса в Волжском и в меньшей степени в Волго-Камском плесах значительно возросла по сравнению с другими участками. Количество фитопланктона понижалось от Тетюшского к Приплотинному плесу при минимальном обилии водорослей в средней части и ранее, но различия в продуктивности отдельных участков были выражены не столь значительно, как в последние годы.

По-видимому, общая биомасса фитопланктона водохранилища по сравнению с 1968—1970 гг. возрастает. Так, средневзвешенная за сезон биомасса по водохранилищу в целом составляла в 1968 и 1970 гг. 2.3—2.4 г/м³, в 1971 — 3.5, в 1976 — 6.2, а в 1979 — 7.5 г/м³ (табл. 43). Особенно высоким обилие фитопланктона было в маловодном и теплом 1975 г. — 16.3 г/м³, т. е. максимальным за весь период наблюдений.

Таким образом, видовой состав фитопланктона водохранилища довольно богат. По числу видов преобладают диатомовые (36% от общего числа видов), зеленые (33%), синезеленые (10%) и эвгленовые (10%). Золотистые, пиррофитовые и желтозеленые в сумме составляют 11% от общего числа видов.

По мере продвижения от верховий к плотине видовой состав фитопланктона обедняется. Флористически наиболее разнообразен планктон Волжского плеса. В течение сезона здесь обнаруживаются 225—327 видов и внутривидовых таксонов водорослей. Р. Кама приносит флористически более бедный планктон (177—196 таксонов). Наиболее беден видовой состав в средних плесах (30—120 видов и разновидностей). В Приплотинном плесе число видов возрастает до 91—207 и сильно колеблется в зависимости от гидрометеорологических особенностей года.

Обилие фитопланктона также понижается от верховий к плотине. Чередование озеровидных расширений и суженных участков вызывает последовательное выпадение то реофильных, то лимнофильных форм, что обуславливает бедность фитопланктона средних плесов, где биомасса в 5—30 раз ниже, чем в верхних.

Сезонная динамика фитопланктона водохранилища характеризуется низкими количественными показателями водорослей зимой. Мощная вспышка вегетации диатомовых отмечается после вскрытия водоема при температуре 6—12°C. После некоторого

понижения обилия фитопланктона в июне биомасса водорослей возрастает в июле и достигает максимальных величин в августе—сентябре за счет вегетации диатомовых в верхних и синезеленых в приплотинном участках водохранилища. В октябре биомасса фитопланктона в 4—8 раз ниже, чем в сентябре.

Доминирующая группа фитопланктона водохранилища — диатомовые, составляющие 70—85% средней за сезон биомассы. На долю синезеленых приходится 20—25, а зеленых лишь 3—4%. Удельный вес остальных групп водорослей в общей биомассе не превышает в сумме 1—3% в среднем за сезон.

Возрастание среднесезонных значений биомассы фитопланктона свидетельствует о наметившейся тенденции увеличения общего обилия фитопланктона водохранилища в последние годы.

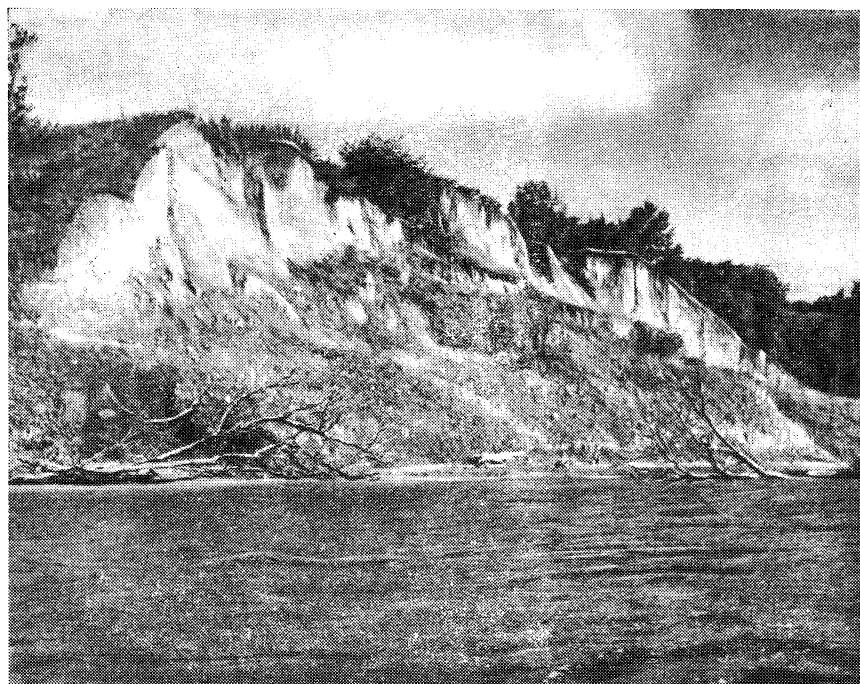
ГИДРОФИЛЬНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ

С момента достижения уровня в литорали водохранилища начался процесс формирования нового гидрофильного растительного покрова и гибели ранее существовавшей мезофильной и ксерофильной растительности. Отмирание затопленной растительности закончилось в течение первых 2—3 лет, формирование же новой затянулось до настоящего времени. Одной из причин замедленного развития сообществ макрофитов является особенность уровня режима этого водоема. Непостоянство наполнения водохранилища, резкое падение горизонта вод в течение лета создают на мелководьях экологически разнородные условия. В результате заросли гидрофитов, возникшие в первые многоводные годы, в годы с низким уровнем оказывались на необводненных местах, испытывали угнетение и частично погибали. Их замещали временники, мезофильные и ксерофильные растения, которые в свою очередь погибали в годы высокого уровня. Позднее обсыхающие мелководья быстро заселялись ивняками, способными переносить длительное затопление и нормально развиваться в маловодные годы.

Другим фактором, сдерживающим зарастание прибрежий водохранилища, являются особенности его морфологии. Огромные озеровидные плесы, прибой и интенсивный процесс переформирования берегового склона препятствуют поселению водных растений. Большое значение имеет и морфометрия ложа искусственного водоема. Как было показано в предыдущих главах, в водохранилище пелагическая область значительно преобладает над литоральной и мелководья с глубинами до 2 м составляют только 15% от площади водохранилища. Если же учесть, что значительная часть литорали приурочена к открытым прибрежьям озеровидных плесов, то процент площади, доступной для зарастания макрофитами, даже при благоприятном уровне будет незначительным.

Процесс становления и смены растительности водохранилища изучался довольно подробно. В первый год существования

искусственного водоема его мелководья были обследованы А. П. Белавской (1958). Интересные стационарные исследования гидрофильных фитоценозов осуществлены И. Д. Голубевой (1968, 1974, 1976, 1977; Структура островных. . ., 1980). В течение 7 летних сезонов В. А. Экзерцевым (1959, 1960, 1963, 1973; Волга и ее жизнь, 1978) было проведено маршрутное обследование всех



Разрушение берегов в озерных участках. Фото В. А. Экзерцева.

зарастающих побережий этого водоема. Последнее изучение зарастаний литорального водохранилища относится к 1979 г. Как и для предыдущих лет существования, по характеру зарастания мелководья водохранилища можно разделить на три типа: верховья по рекам Волге и Каме; заливы по притокам Волги и, наконец, заостровные мелководья среднего и нижнего участков водохранилища. Первый тип по морфометрии и гидрологическому режиму приближается к поймам рек. Здесь Волга и Кама в основном находятся в бывшем русле, а подпор вод привел к затоплению пойменных понижений. В результате возникла система вытянутых вдоль русла островов и песчаных кос. В русловом участке прослеживаются значительные течения, а в весеннее время они распространяются и на затопленные понижения поймы. В годы низкого уровня верховья водохранилища выходят из зоны подпора,

медководья обсыхают, однако близость грунтовых вод в пойме и многочисленные пойменные озера и старицы способствуют сохранению зарослей макрофитов. Второй тип мелководий приурочен к верховьям заливов с притоками, образовавшихся по долинам рек. Здесь создаются условия, аналогичные с верховьями водо-



Обсыхающие мелководья. Фото В. А. Экзерцева.

хранилища, но более расчлененный рельеф небольших долин способствует большому сохранению водных растений в неблагоприятные для их развития годы. Наконец, третий тип мелководий возник в средних и нижних участках водохранилища. Из-за высокого подъема вод мелководья образовались вдоль возвышенных участков надпойменных террас, где ранее господствовали мезофильные и ксерофильные фитоценозы. В годы низкого уровня для возникающих здесь зарослей гидрофитов создаются крайне напряженные условия.

В верховьях водохранилища вдоль бывшего русла по затопленному прирусловому валу господствуют ивняки (из *Salix acutifolia*, *S. triandra*, *S. viminalis* и др.), занимающие участки

с глубинами до 50 см. Со стороны русла на глубинах до 150 см их окаймляет пояс чистых зарослей сусака зонтичного (*Butomus umbellatus*) или рогоза узколистного (*Typha angustifolia*). Ширина пояса от 2 до 20 м. Здесь изредка встречаются небольшие куртинки манника (*Glyceria maxima*), камыша озерного (*Scirpus lacustris*) и горца земноводного (*Polygonum amphibium*).

За прирусловым валом, особенно в устьевых участках пойм затопленных притоков в районе г. Чистополь (на Каме) и р. Илеть (на Волге), характер растительности иной. В зависимости от увеличения глубины хорошо прослеживается поясное распределение растительности. Фитоценозы гидрофитов хорошо развиты, имеют равномерное сложение и четкую ярусную структуру. Начиная от берега вдоль ивняков или луговой растительности расположен пояс осоки острой (*Carex acuta*) или канареечника (*Digraphis arundinacea*), которые на глубине 40—50 см сменяются поясом ситняга болотного. Далее следует сплошной пояс чистых зарослей рогоза узколистного, господствующего на большинстве мелководий. На более заболоченных участках можно встретить экологический ряд ассоциации, характерный для водоемов со сформированным растительным покровом и нигде кроме верховий на водохранилище не встреченный. Участки мелководий от уреза воды и до глубины 50 см заняты ассоциацией хвоща приречного с ситнягом болотным (*Equisetum fluviatile*+*Eleocharis palustris*). Далее от глубины 100 см простирается пояс ассоциаций манника большого с ярусом свободно плавающих растений (*Glyceria maxima*—*Lemna trisulca*), который сменяют господствующие, как и в предыдущем случае, заросли рогоза узколистного (*Typha angustifolia*), иногда тростника. Наконец, на глубинах 200 см изредка встречается пояс плавающей и погруженной растительности, большей частью состоящей из ассоциации кувшинки чистобелой с рдестом блестящим (*Nymphaea candida*—*Potamogeton lucens*).

Несмотря на относительное разнообразие растительности верховий водохранилища, основной фон на большинстве мелководий этого типа составляют заросли ивняков и рогоза узколистного. Местами ширина полос последнего вида достигает 100—200 м при протяженности в несколько километров.

Зарастающие заостровные мелководья характерны для Волго-Камского плеса (г. Мурзиха, г. Болгары), среднего участка водохранилища в районе зал. Ивановка. Большинство прибрежий этих островов, как и в верховьях водохранилища, заросли ивняками, и почти повсеместно присутствует пояс рогоза узколистного (*Typha angustifolia*), ширина которого в зависимости от уклона берега колеблется от 10 до 100 м. На некоторых участках на глубинах 200 см рогозники окаймлены поясом рдеста блестящего. Все три ассоциации протянулись непрерывной лентой вдоль защищенных прибрежий. Местами рогозники сменяются чистыми зарослями тростника.

В заливах по притокам Волги, таким как реки Черемшан, Уса, Утка, Свияга и другие, основная растительность, сосре-



Заросли рогоза широколистного и сорной растительности в прибрежье водохранилища. Фото В. А. Экзерцева.



Тростники. Фото В. А. Экзерцева.



Макрофиты верховьев Черемшанского залива. Фото В. А. Экзерцева.

доточена в их верховьях, в местах выклинивания подпора и мелководного затопления поймы. В большинстве случаев на этих участках выражены два пояса гидрофильной растительности — полупогруженный и погруженный. Первый пояс представлен зарослями рогоза узколистного (*Typha angustifolia purum*, *Typha angustifolia* — *Spirodela polyrrhiza*, *T. angustifolia* — *Potamogeton lucens*), иногда фитоценозами тростника и, наконец, ассоциацией тростника с рогозом (*Phragmites communis* + *Typha angustifolia*). Все фитоценозы имеют четкую ярусную структуру и равномерное сложение, растения хорошо развиты. Колебание уровня водохранилища способствует расширению зоны воздушно-водной растительности. Ею заняты участки мелководий от 0 до 200 см глубины, тогда как на водохранилищах с постоянным летним уровнем полупогруженные виды приурочены к биотопам с глубинами до 100 см. Следует отметить, что в ряде заливов сплошные заросли рогоза целиком занимают их верховья, протянувшись вдоль бывшего русла на 1—2 км. В этом типе мелководий не наблюдается такого господства ивняков, как на других. Кроме зарослей рогоза и тростников на песчаных грунтах прирусловых валов пояс воздушно-водных растений представлен ассоциациями сусака зонтичного (*Butomus umbellatus*) и клубнекамышя морского (*Bolboschoenus maritimus*).

Пояс погруженной растительности занимает значительно меньшие площади и состоит из односоставных ассоциаций, рдеста блестящего (*Potamogeton lucens*), рдеста пронзеннолистного (*Potamogeton perfoliatus*) или рдеста гребенчатого (*Potamogeton pectinatus*). Заросли этих видов полосой в 10—20 м ширины окаймляют сплошные массивы рогоза. К настоящему времени состав погруженной растительности заливов значительно обеднен, почти совсем исчезли группировки роголистника темнозеленого (*Ceratophyllum demersum*) и урути (*Myriophyllum spicatum*), занимавшие значительные площади на первых этапах становления водоема.

Во всех трех типах зарастающих мелководий характер растительности резко изменяется, если следует подряд несколько маловодных лет. Тогда на больших площадях обнаженного голого грунта встречаются отдельные куртины череды (*Bidens tripartita*), жерушника (*Roripa islandica*), мяты (*Mentha arvensis*), девясила (*Inula britannica*), крапивы (*Urtica dioica*), мари (*Chenopodium album*) и щавеля (*Rumex maritimus*). Все эти виды не создают сколько-нибудь сомкнутого растительного покрова, а образуют мозаичную картину пестрых случайно возникших зарослей. На обнаженных участках появляются сплошные поля семенных всходов различных видов ив. Господствовавшие ранее рогоз и тростник, оказавшись на обсохших участках, испытывают сильное угнетение. Под их разреженным пологом буйно разрастаются черда (*Bidens tripartita*), щавель (*Rumex maritimus*), горец (*Polygonum lapathifolium*), создающие сплошной сомкнутый подъярус.

Погруженная растительность или совсем не представлена, или на влажном грунте встречаются отдельные пятна засыхающих

рдестов. Повсеместно встречающаяся плавающая форма горца земноводного (*Polygonum amphibium*) сменяется куртинами наземной. Лишь в залитых поймах верховий водохранилища и заливов заросли гидрофитов имеют нормальный облик.

Таким образом, несмотря на 25-летний период существования водохранилища, площадь мелководий, занятых макрофитами, крайне незначительна и составляет менее 1% площади водоема. Это обусловлено, с одной стороны, особенностями его строения,



Временники на обсохшем мелководье при низком уровне.
Фото В. А. Экзерцева.

с другой, — уровнем режимом. Чередование лет с высоким и низким горизонтом вод создает в прибрежье водохранилища условия, неблагоприятные для развития водных растений. К настоящему времени наибольшее распространение на мелководьях получили заросли рогоза узколистного (*Typha angustifolia*), местами тростника обыкновенного (*Phragmites communis*), а из типично водных растений — заросли рдеста блестящего (*Potamogeton lucens*). На границе зоны затопления повсеместно расселились ивняки (*Salix acutifolia*, *S. triandra*, *S. viminalis*), вытесняющие полупогруженные растения. В годы с низким уровнем воды растительность мелководий крайне мозаична. Большинство обнаженного грунта зарастает временниками (*Bidens tripartita*, *B. cernua*, *Polygonum scabrum*, *Inula britannica*), они же создают сомкнутый подъярус в обсохших разреженных зарослях рогоза узко-

листного. В настоящее время увеличивается заселение водохранилища амфибийными растениями и ассоциациями, в которых одновременно доминируют мезофильные и гидрофильные виды.

ЗООПЛАНКТОН

Зоопланктон незарегулированной Волги и пойменных водоемов в пределах будущего водохранилища изучался Д. В. Белиховым, А. Л. Бенингом, Х. М. Курбангалиевой, В. М. Рыловым, Ю. П. Рухлядевым, С. М. Шиклеевым и другими. После создания Куйбышевского водохранилища в исследованиях его планктона принимали участие Н. А. Дзюбан, В. П. Дзюбан, В. В. Урбан, М. Н. Дзюбан, Т. П. Горлачева, С. П. Кузнецова, А. Ф. Тимохина, А. Ф. Костякова, К. Н. Соколова, Э. Р. Чернышева, М. К. Махотина и др.

Зоопланктон до создания водохранилища

Зоопланктон водоемов ложа будущего водохранилища представлял весьма пеструю картину. В русле Волги он был реофильным, в разнообразных водоемах поймы — лимно-, фито- и ацидофильным. Впоследствии многие представители фауны пойменных водоемов составили формирующее ядро зоопланктона водохранилища.

Состав зоопланктона Волги в районе создания водохранилища с учетом всех данных включал 76 видов: коловраток — 50, ветвистоусых — 19 и веслоногих — 7. Из них чаще регистрировались *Keratella cochlearis* (Gosse), *Keratella quadrata* (Müller, 1786), *Polyarthra major* Burckhardt, *Filinia longiseta* (Ehrend), *Brachionus calyciflorus* Pallas, *B. angularis* Gosse, *Asplanchna priodonta* Gosse, *Daphnia longispina* O. F. Müller, *Ceriodaphnia pulchella* G. Sars, *C. quadrangula* (O. F. Müller), *Chydorus sphaericus* (O. F. Müller), *Bosmina longirostris* Leydig., *Mesocyclops leuckarti* Claus., *M. (Thermocyclops) oithonoides* Sars, *Cyclops strenuus* Fisch., *Eudiaptomus gracilis* Sars, *Eurytemora velox* (Lill) и личиночные стадии веслоногих ракообразных. Сопоставление всех данных показало, что в водоемах ложа Куйбышевского водохранилища состав зоопланктона оставался таким же, каким он был в первые годы его изучения в начале XX столетия.

Биомасса зоопланктона в русле Волги перед заполнением водохранилища в среднем не превышала 0.12 г/м³, и ее основу (88%) составляли коловратки (Дзюбан, Дзюбан, 1976). В отдельные годы в русле Волги регистрировались в виде редких, единичных находок некоторые виды ракообразных из северо-западного озера холодолобювского комплекса. Однако, несмотря на постоянную, многовековую транспортировку их из озер верховья и водораздела, в Волге они не приживались.

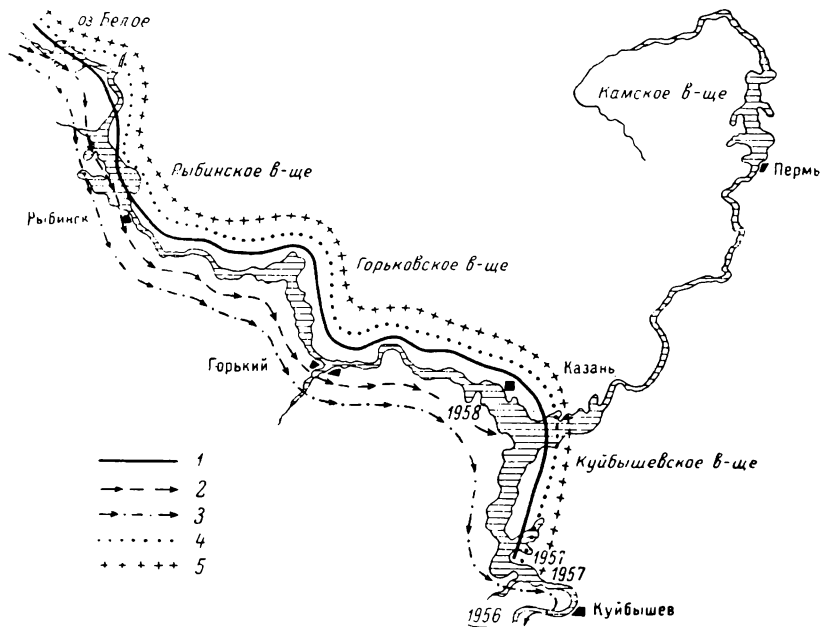


Рис. 35. Вселение северных озерных видов в водохранилище.

1 — *Cyclops kolensis*, 2 — *Eurytemora lacustris*, 3 — *Eudiaptomus graciloides*, 4 — *Heteroscope appendiculata*, 5 — *Bythotrephes longimanus*.

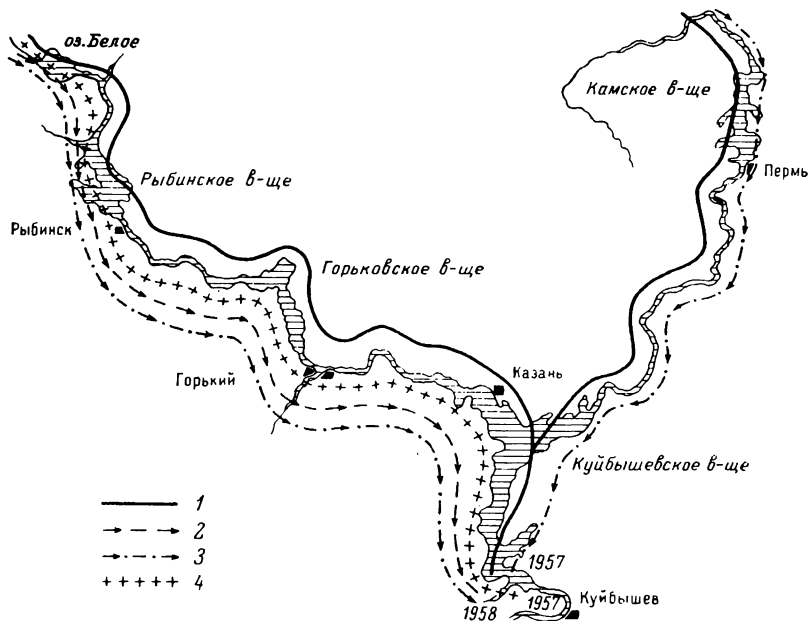


Рис. 36. Вселение северных озерных видов в водохранилище.

1 — *Bosmina (mixta)*, 2 — *Bosmina crassicornis*, 3 — *Daphnia cristata*, 4 — *Limnosa frontosa*.

года на отдельных участках появляется в массовом количестве. Северные вселенцы, ставшие постоянными компонентами планктона водохранилища, распределены по водоему неравномерно, и численность их в разных районах не одинакова. Однако часть из них играет в составе зоопланктона ведущую роль (Дзюбан, Урбан, 1968).

Проникшие сюда виды существенно увеличили кормовую базу рыб. В мае они составляли 22—54%, а в начале июня 16—84%

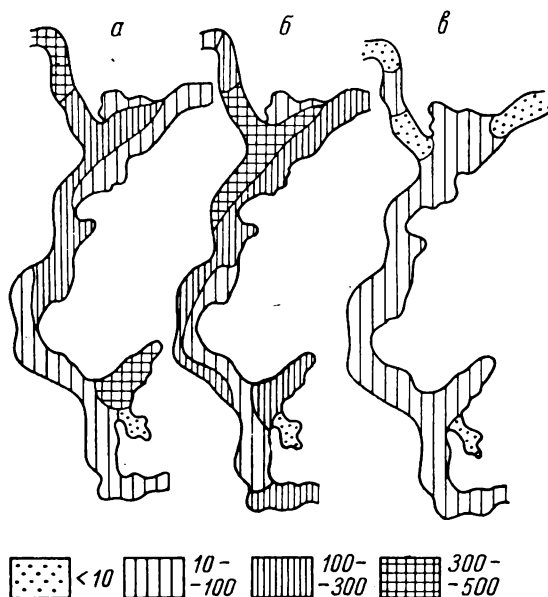


Рис. 37. Общая численность северных вселенцев в водохранилище, тыс. под 1 м² (среднее за 6 лет).

а — весна, б — лето, в — осень.

от общей биомассы зоопланктона (рис. 37). Кроме того, *Cyclops kolensis*, *Bosmina longispina*, *B. coregoni* появляются в планктоне раньше местных видов. Акклиматизация «северян» меняет мнение о холодолюбивости этих видов. Очевидно, отсутствие их в Нижней Волге в прошлом определялось не холодолюбивостью, а стенолимнофильностью. К концу 1958—середине 1959 г. завершилось формирование зоопланктона водохранилища.

Состав и распределение. По сравнению с речным планктоном ведущими по биомассе стали ракообразные. В зоопланктоне насчитывается 122 таксона: Rotatoria — 60, Cladocera — 41, Cyclopoida — 14, Calanoida — 7. В отдельные годы общее число таксонов колеблется от 79 до 97. Видовой состав Cyclopoida и Calanoida стабилен, а у Rotatoria и Cladocera колеблется от 39 до 50 и от 22 до 33 соответственно.

В зоопланктоне доминируют *Brachionus calyciflorus*, *B. angularis*, *Keratella quadrata*, *K. cochlearis*, *Polyarthra major*, *Asplanchna priodonta*, *Kellicottia longispina*, *Kellicottia* sp., *Filinia longisetata* и виды рода *Synchaeta* из Rotatoria; *Daphnia longispina*, *D. cucullata*, *Chydorus sphaericus*, *Bosmina longirostris*, *B. longispina*, *Leptodora kindtii* (Focke), *Bythotrephes longimanus* из Cladocera и из Copepoda — *Mesocyclops leuckarti*, *M. oithonoides*, *Cyclops vicinus* Ulyanin, *C. kolensis*, *Eudiaptomus gracilis*, *E. graciloides*, *Eurytemora velox*, *Heteroscope caspia*. В отдельные сезоны и годы соотношение доминирующих видов может меняться.

Сроки появления и массового размножения отдельных видов связаны с температурой водных масс и, по-видимому, с пищевыми ресурсами. В результате в водохранилище формируются весенний, летний, осенний и зимний комплексы зоопланктона, различающиеся набором доминирующих видов (Дзюбан, Урбан, 1971).

Весенний комплекс (с середины апреля до середины июня) развивается в условиях быстрого повышения температуры воды. В нем выделяются 2 группировки: ранне- и поздневесенняя. К 1-й относятся в основном холодолюбивые stenotherмы — *Keratella hiemalis* Carlin, *Notholca cinetura* Scoricow, *Synchaeta oblonga* Ehreng., *Cyclops kolensis*, численность которых максимальна в конце апреля и начале мая при температуре 1—6 °C. В этой группировке обычны также *Keratella cochlearis*, *K. quadrata*, *Polyarthra dolichoptera* Idelson, *Mesocyclops leuckarti* (V стадия), науплии и копепоиды, но они в это время еще сравнительно малочисленны. В поздневесенней группировке при температуре 9—15 °C доминируют *Polyarthra dolichoptera*, *Bosmina longirostris*, *B. longispina*, *B. coregoni*, *Cyclops vicinus*. В этот период нарастает численность *Acanthocyclops vernalis* (Fisch), *Mesocyclops leuckarti* и личиночных стадий циклопид. Появляются также *Conochilus unicornis* Rouss, ювенильные *Daphnia longispina*, *D. cucullata*, *Bythotrephes longimanus* и *Leptodora kindtii*. Для весеннего комплекса характерно быстрое, по мере прогревания воды и улучшения питания, нарастание численности и биомассы.

Летний комплекс (середина июня—первая декада сентября) состоит из 2 экологических группировок: теплолюбивых — *Pompholyx sulcata* Hudson, *Euchlanis dilatata* Leydig, *Polyarthra major*, *P. luminosa* Kuticowa, *Bythotrephes longimanus*, *Heteroscope appendiculata*, *H. caspia*; эвритермных — *Keratella cochlearis*, *Synchaeta tremula* Müller, *Conochilus unicornis* Rousselet, *Daphnia longispina*, *Chydorus sphaericus*, *Acanthocyclops vernalis*, *Mesocyclops leuckarti*, *Eudiaptomus gracilis*, *E. graciloides*, а также личиночных стадий циклопид и диаптомид.

Осенний комплекс (со второй декады сентября до ледостава) состоит из 3 экологических группировок видов: теплолюбивых, постепенно выпадающих из планктона, эвритермных и развивающихся в основном весной и осенью — *Bosmina longispina*, *B. coregoni*, *Cyclops vicinus*, *C. kolensis* (IV и V стадии).

Зимний комплекс (январь, февраль, март) включает в себя *Keratella hiemalis*, *Polyarthra dolichoptera*, *Synchaeta oblonga* Ehrenb. Единично встречались *Notholca squamula* Müller, *Eudiaptomus gracilis*, *Cyclops kolensis*, копеподиты циклопид.

Последовательность смены комплексов организмов из года в год сохраняется, но периоды их функционирования могут сдвигаться в зависимости от сроков вскрытия водоема, его прогрева, охлаждения и формирования ледяного покрова.

Особенности гидрологического режима водохранилища заметно отразились на составе и распределении зоопланктона. В связи с увеличением водной поверхности скорость ветра над водохранилищем возросла в среднем в 1.3 раза, а высота волн по сравнению с рекой — в 4 раза (Федулова, 1974). В результате усилилось прибойное волнение. На открытых мелководных участках, представляющих собой огромные по протяженности песчаные пляжи, волновые накатывания существенно изменяют условия существования зоопланктеров. Стационарные наблюдения показали, что скорость нагонного ветра у отмелей берегов свыше 5 м/с, а при сильном «цветении» — свыше 6 м/с, продолжительностью 8—10 ч вызывает снижение численности ветвистоусых, которая через 1—2 сут после прибоя может уменьшиться в 10—30 раз. Накат в районе отмелого песчаного пляжа при ветре 12 м/с и больше вызывает практически полную гибель кладоцер. После штормов вдоль берегов тянутся длинные и широкие полосы мутной от взвеси воды, практически лишенные зоопланктона. При длительных ветрах одного направления возникают дрейфовые течения, в нагон вовлекаются воды открытой части, гибель ветвистоусых возрастает, что сказывается на структуре зоопланктона в целом по водохранилищу, который становится копеподным (Дзюбан, Урбан, 1970). Летом восстановление зоопланктона происходит за 4—7 сут в зависимости от силы и продолжительности шторма. Быстрому восстановлению зоопланктона способствуют уход части организмов пелагиали при шторме в нижние слои и их высокая воспроизводительная способность.

Другой существенной особенностью зоопланктона водохранилища следует считать обилие планктонных личинок моллюска *Dreissena polymorpha* Pallas. В водохранилище по сравнению с рекой условия размножения и питания этого вида значительно улучшились, и велигеры стали преобладающей частью зоопланктона. Их численность может достигать 680 тыс. экз./м³ (Кирпиченко, 1971). Размножение дрейссены растянуто и происходит при температуре воды не ниже 15°C, этим определяются время массового появления личинок в планктоне в конце гидрологической весны и период резкого снижения их численности осенью.

С образованием обширных озеровидных плесов в водохранилище возникли зоны с четко выраженной температурной стратификацией. Это изменило вертикальное распределение и миграции зоопланктона, которые на русле незарегулированной Волги отсутствовали (Рухлядев, 1961).

В настоящее время по характеру суточных вертикальных миграций половозрелых особей доминирующих видов могут быть выделены 4 экологические группировки (Дзюбан, Урбан, 1968, 1976).

1. Виды с отчетливыми миграциями, приуроченные в светлое время преимущественно к эпилимниону (*Daphnia longispina*, *Bythotrephes longimanus*, *Eudiaptomus gracilis*, *E. graciloides*, *Heteroscope caspia*, *Polyarthra major*, *P. luminosa*).

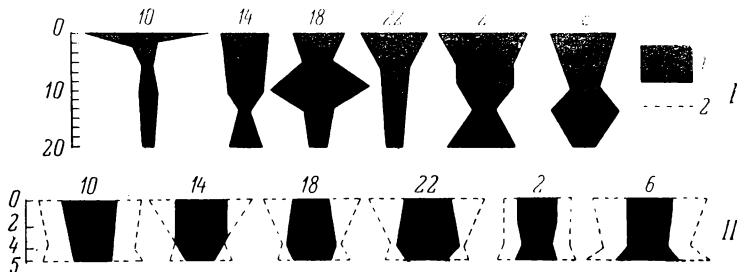


Рис. 38. Вертикальное распределение зоопланктона в Волго-Камском плесе в течение суток (по: Махотина, 1972).

I — русло, II — пойма. 1 — общая численность, 2 — биомасса ракообразных. По вертикали — глубина, м; по горизонтали — часы суток.

2. Виды с отчетливыми миграциями, тяготеют к гиполимниону (*Heteroscope appendiculata*).

3. Виды со слабо выраженными миграциями, рассеянные более или менее равномерно во всей толще воды (*Mesocyclops leuckarti*, *Thermocyclops oithonoides*, *Th. crassus* Fisch, *Cyclops vicinus*, *Acanthocyclops vernalis*, *Limnospira frontosa*).

4. Виды со слабо выраженными миграциями, приуроченные к гиполимниону (*Daphnia cucullata*, *D. cristata*, *Bosmina longispina*).

Летний зоопланктон Волго-Камского плеса водохранилища днем приурочен преимущественно к поверхности (рис. 38), а к вечеру перемещается в средние слои воды (Махотина, 1972).

Характеристика зоопланктона отдельных плесов

Плесы водохранилища существенно различаются составом доминирующих видов и их обилием.

Волинский плес в результате более раннего весеннего подъема уровня воды, притока относительно теплых вод из мелких рек, а также взламывающего действия течения освобождается от ледяного покрова на 8—20 сут раньше Камского и южных глубоководных озерных плесов. В результате в нем зоопланктон начинает развиваться раньше и в первой декаде мая уже довольно разнообразен. Его биомасса достигает 0.25 г/м³. Основу зоопланктона составляют циклопы — *Cyclops kolensis*, *Mesocyclops oitho-*

noides, их личиночные стадии с биомассой до 0.1 г/м^3 , также коловратки *Synchaeta* sp., *Brachionus calyciflorus*, *Keratella quadrata*, *Polyarthra dolichoptera* (до 5 тыс. экз./ м^3). В Камском и Волго-Камском плесах, питающихся стоком северных, восточных и горных рек с более длительной зимой и более поздним половодьем, зоопланктон в начале мая состоит из ранневесенней группировки и обычно значительно беднее ($0.002\text{—}0.012 \text{ г/м}^3$).

В Тетюшском плесе сохраняется наблюдавшееся до зарегулирования «разбавление» волжского зоопланктона бедными камскими водами. В результате в этом плесе биомасса в начале мая в 2—4 раза беднее, чем в Волжском, и обычно не превышает $0.055\text{—}0.07 \text{ г/м}^3$. Ее основу составляют *Cyclops vicinus*, *C. kolensis*, *Acanthocyclops bicuspidatus* (Claus) и их личиночные стадии.

В нижних глубоководных плесах водохранилища, где дольше сохраняется зимняя водная масса, биомасса зоопланктона в начале мая составляет $0.025\text{—}0.050$, иногда 0.1 г/м^3 , что в среднем в 2.5 раза меньше, чем в Волжском плесе. Весной для нижних плесов характерно уменьшение видового разнообразия коловраток (от 10—12 — в Волжском до 2—6 — в Приплотинном) и их численности (от нескольких тысяч до нескольких сотен или десятков экз. в 1 м^3 соответственно). Зоопланктон в это время состоит из ранне- и поздневесенней группировок с доминированием *Cyclops kolensis*, *C. vicinus*, *Mesocyclops leuckarti*, *M. oithonoides* и их личиночных стадий. В небольшом количестве встречаются *Bosmina longispina*, *B. coregoni*. Появляются ювенильные стадии *Daphnia longispina*, *D. cucullata*, *Bythotrephes longimanus*, *Leptodora kindtii*.

Весной наиболее значительные количественные показатели зоопланктона заливов водохранилища, в особенности Черемшанского, где биомасса достигает 0.9 г/м^3 главным образом за счет ракообразных: *Daphnia longispina*, *Bosmina longirostris*, *Cyclops kolensis*, *C. vicinus*, *Mesocyclops leuckarti* (Дзюбан, Елисеев, 1966).

Летом, в июне—июле, различие плесов по составу и обилию зоопланктона сохраняется. В Волжском плесе в планктоне доминируют *Synchaeta* sp., *Asplanchna priodonta*, *Keratella cochlearis*, *K. quadrata*, *Brachionus calyciflorus*, *Conochilus unicornis*, *Bosmina longirostris*, *B. longispina*, *Daphnia longispina*, *D. cucullata*, *Chydorus sphaericus*, *Leptodora kindtii*, *Cyclops kolensis*, *Mesocyclops leuckarti*, *Eudiaptomus gracilis*, личинки дрейссены. Общая численность достигает 500—600 тыс. экз./ м^3 , а средняя многолетняя биомасса — $0.7\text{—}2.0 \text{ г/м}^3$.

Летний зоопланктон Камского плеса по составу доминирующих видов близок к Волжскому, но по количественным показателям беднее его. Численность планктонных животных колеблется в нем от 200 до 260 тыс. экз./ м^3 , при биомассе около 1 г/м^3 .

В зоопланктоне Волго-Камского плеса летом доминируют *Daphnia longispina*, *Bosmina longirostris*, *Mesocyclops leuckarti*, *Cyclops vicinus*, *Asplanchna priodonta*, *Synchaeta* sp., *Keratella cochlearis*, *K. quadrata*. В камском участке плеса летняя биомасса колеблется в пределах $1.2\text{—}2.5 \text{ г/м}^3$, в волжском она обычно бы-

вает в 2—3 раза выше и только за счет ветвистоусых может достигать 4.5 г/м³.

В остальных озеровидных плесах основу летнего зоопланктона также составляют ракообразные. По мере приближения к плотине ветвистоусые обычно замещаются веслоногими, и в результате зоо-

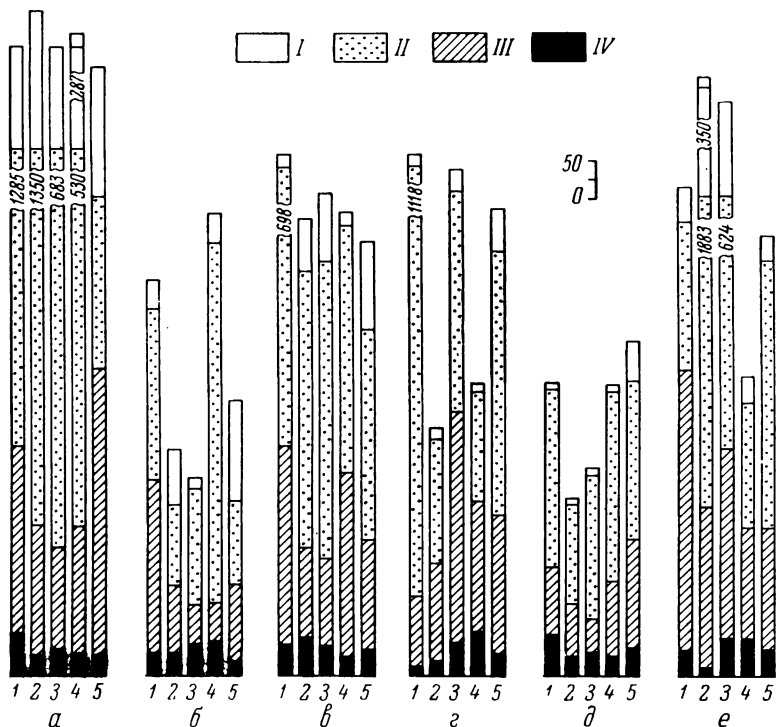


Рис. 39. Динамика биомассы групп зоопланктона, мг/м³.

Плеса: а — Волжский, б — Волго-Камский, в — Тетюшский, г — Ульяновский, д — Приплотинный, е — Черемшанский залив. I — *Rotatoria*, II — *Cladocera*, III — *Cyclopidae*, IV — *Calanoida*. 1 — 1967 г., 2 — 1968 г., 3 — 1969 г., 4 — 1970 г., 5 — 1971 г.

планктон в Приплотинном плесе по численности чаще всего становится копепоидитным. В нем доминируют *Mesocyclops leuckarti*, *Eudiaptomus gracilis* и их личиночные стадии. За ними следуют *Daphnia longispina*, *Bythotrephes longimanus* и *Leptodora kindtii*. Снижение численности и биомассы зоопланктона от Волжского плеса к низовью наблюдается из года в год (рис. 39).

В июне—июле, как и весной, наиболее богат зоопланктоном Черемшанский залив. Роль коловраток в нем невелика, биомасса ветвистоусых местами достигает 2.0, а циклопид 6.7 г/м³. Другие более мелкие заливы водохранилища также значительно обильны зоопланктоном, чем прилежащие к ним участки водохранилища (Махотина, Соколова, 1972).

Со второй половины или в конце сентября начинается обеднение видового состава за счет постепенного выпадения теплолюбивых форм. Численность зоопланктона снижается, наблюдается повсеместное уменьшение биомассы. Штормовые явления ускоряют этот процесс. Камский плес охлаждается раньше и быстрее других. Высокие биомассы сохраняются в сентябре лишь в нижней части Волжского плеса и в волжском участке Волго-Камского, которые зоопланктоном богаче во все сезоны. В остальных районах водохранилища биомасса зоопланктона во второй половине сентября—октябре составляет 0.1—0.6 г/м³, а в большинстве случаев менее 0.2 г/м³. В Черемшанском заливе в сентябре в связи с быстрым охлаждением воды биомасса зоопланктона снижается до 0.3—0.5 г/м³. Однако при теплой и затяжной осени его биомасса даже в октябре может составлять около 0.7 г/м³.

Численность, биомасса и продукция зоопланктона

В первые 7 лет существования водохранилища сезонная динамика численности и биомассы зоопланктона характеризовалась одновершинной кривой с максимумом летом. В последующие годы в водохранилище наблюдается преимущественно два пика высокой численности и биомассы зоопланктона — обычно в июне и сентябре. В разные годы в период первого летнего максимума численность зоопланктона колеблется от 70 до 400 тыс. экз./м³, а биомасса от 0.5 до 3.5 г/м³; осенью — соответственно от 20 до 400 тыс. экз./м³ и от 0.7 до 4.2 г/м³.

По численности в планктоне водохранилища преобладают коловратки, по биомассе — ракообразные.

Оценка продукционных возможностей зоопланктона Приплотинного плеса Куйбышевского и верховьев Саратовского водо-

Т а б л и ц а 45

Сезонные изменения биомассы (В) и продукции (Р) мирного и хищного зоопланктона, ккал/м³ (по: Тимохина, 1983)

Трофический уровень		V	VI	VII	VIII	IX	V—IX	$\frac{P}{B}, \frac{P}{V-IX}$
1975 г.								
Мирный	P	2.5	5.0	1.6	1.3	0.3	Σ 10.7	28
	B	0.4	0.8	0.4	0.3	0.04	ср. 0.4	—
Хищный	P	1.4	1.1	0.4	0.3	0.01	Σ 3.2	24
	B	0.3	0.2	0.1	0.1	0.002	ср. 0.1	—
1976 г.								
Мирный	P	0.2	1.7	0.8	0.6	1.1	Σ 4.4	29
	B	0.05	0.3	0.2	0.1	0.1	ср. 0.2	—
Хищный	P	0.2	0.6	0.3	0.1	0.02	Σ 1.2	17
	B	0.1	0.07	0.07	0.03	0.01	ср. 0.07	—

Т а б л и ц а 46

Соотношение продукции отдельных видов и группы зоопланктона, %
(по: Тимохина, 1983)

Группа, вид	Мирный		Хищный	
	1975 г.	1976 г.	1975 г.	1976 г.
Protozoa	21	21	—	—
<i>Asplanchna priodonta</i>	3	3	11	11
<i>Brachionus calyciflorus</i>	3	1	—	—
Остальные Rotatoria	4	18	—	—
<i>Daphnia longispina</i>	37	12	—	—
<i>Bythotrephes</i> — <i>Leptodora</i>	—	—	10	6
Остальные Cladocera	5	2	—	—
<i>Cyclops vicinus</i>	5	7	22	27
<i>C. kolensis</i>	2	5	16	20
<i>Mesocyclops leuckarti</i>	1	1	9	22
<i>Acanthocyclops vernalis</i>	3	1	21	10
Остальные Cyclopoida	12	15	7	2
<i>Eudiaptomus gracilis</i>	2	5	—	—
Остальные Calanoida	2	9	4	2

Примечание. К мирному зоопланктону отнесена молодь циклопов.

хранилищ (нижний бьеф Куйбышевской ГЭС) выполнена А. Ф. Тимохиной (1983) по материалам 1975—1976 гг. Сезонные изменения продукции зоопланктона, в среднем для двух районов, и процентное соотношение продукции отдельных видов представлены в табл. 45, 46.

Исследования показали, что теплые маловодные годы характеризуются высокой биомассой и продукцией преимущественно мирного зоопланктона и повышенной ролью последнего в деструкционных процессах. В холодные многоводные годы продукционные возможности зоопланктона ниже (Тимохина, 1983).

Роль зоопланктона в формировании качества воды

Планктонные фильтраторы играют существенную роль в процессах самоочищения. По расчетам А. Ф. Тимохиной (устное сообщение) коловратки, ветвистоусые и каланоиды в годы их высокой численности способны профильтровать объем водохранилища за 4 сут, в годы с низкой численностью — за 9—10 сут, а по средним многолетним данным — за 7—8 сут.

По данным С. П. Кузнецовой (устное сообщение), за ряд лет изменений состава зоопланктона, указывающих на ухудшение воды в водохранилище, не наблюдается. Однако отдельные его районы различаются по показателям сапробности.

Весной 1980 г. в зоопланктоне Волжского плеса и в верховье Камского плеса преобладали β -мезосапробные *Keratella quadrata*, *Filinia major*, *Asplanchna priodonta*. В меньшем количестве реги-

стрировался β - α -мезосапробный *Brachionus calyciflorus*. Индекс сапробности в упомянутых участках составлял 2.04—2.14. Летом качество воды этих плесов улучшается. В зоопланктоне увеличивается доля олигосапробных — *Polyarthra major*, *Kellicottia longispina*, *Trichocerca simitilis* (Wierz); олиго- β -сапробных — *Euchlanis dilatata*, *Asplanchna sieboldi* (Leydig); β -олигосапробных — *Keratella cochlearis* и β -сапробных — *K. quadrata*, *Asplanchna priodonta*. β - α -мезосапробные — *Brachionus angularis* и *B. calyciflorus* были зарегистрированы в заметном количестве только на одном локальном участке ниже промбытстока, что указывало и на интенсивное самоочищение. Средний индекс сапробности в этих плесах составлял летом 1.87 и 1.84.

В нижней части Волго-Камского плеса и во всех озерных глубоководных плесах от Камского устья до плотины Волжской ГЭС им. В. И. Ленина качество воды во все сезоны остается высоким. Из ракообразных доминируют β -мезосапробные: *Daphnia longispina*, *D. cucullata*, *Mesocyclops leuckarti* и др., из коловраток — олигосапробная *Polyarthra luminosa*; олиго- β -сапробные *Euchlanis dilatata* и др. Средний индекс сапробности в озерных плесах составляет 1.63.

Водохранилище в целом по зоопланктону можно отнести к β -мезосапробной зоне. Средний индекс сапробности в 1977 г. был равен 2.0, в 1979 г. — 1.92 и в 1980 г. — 1.90. Приведенные индексы свидетельствуют о тенденции к улучшению качества вод Куйбышевского водохранилища.

После стабилизации Нижнекамского и Чебоксарского водохранилищ, а также выполнения всей программы мероприятий по охране водоемов бассейна Волги качество воды Куйбышевского водохранилища может улучшиться.

ЗООБЕНТОС

Глубоководная зона

Участок Волги, вошедший в состав водохранилища, характеризовался большим количеством разнообразных биотопов, на которых обитала не менее разнообразная фауна. Богато были представлены хирономиды — 30 видов, моллюски — 16, олигохеты — 11 и высшие ракообразные — 10, остальные группы включали по 2—3 вида. Общее число видов макрофауны составляло 88 (Бенинг, 1924; Жадин, 1948; Аристовская, 1958; Ляхов, 1963).

Песок был преобладающим грунтом русла Волги. Он был заселен псаммореофильным биоценозом, в котором особенно массовыми были олигохеты *Propappus volki*, *Isochaetides newaensis* и из высших раков *Pontogammarus sarsi*. Второстепенное значение имели моллюски семейства Pisidiidae и реофильные личинки хирономид, особенно рода *Cryptochironomus*. Численность руководящих форм, по В. И. Жадину (1948), достигала высоких показателей (*Propappus volki* до 6800, *Isochaetides newaensis* до 2300, *Pon-*

togammarus sarsi до 320 экз./м²). Однако биомасса оставалась низкой: по В. И. Жадину в среднем 1.4 г/м², по Ф. Д. Мордухай-Болтовскому (1959) от 0.3 до 2.48 г/м².

Литофильный и аргилофильный биоценозы, встречавшиеся на каменистых и глинистых грунтах, имели разнообразную реофильную фауну. По В. И. Жадину, здесь обильно развивались *Viviparus viviparus* (до 714 экз./м²), *Dreissena polymorpha* (1825 экз./м²), *Corophium curvispinum* (до 22 400 экз./м²), *Limnochironomus nervosus* (до 42 400 экз./м²), *Hydropsyche ornatula* (до 12 800 экз./м²).

Биомасса литофильного биоценоза составляла в среднем без моллюсков 16.0 г/м², аргилофильного — 23.32 г/м², однако занимаемые ими площади были очень незначительны.

В затоках, воложках, протоках, старицах, на дне глубоких плесов реки на илисто-песчаных и илистых грунтах располагался пелофильный биоценоз. При небольшом заилении грунта в нем, по данным В. И. Жадина, особенно многочисленными были *Isochaetides michaelsoni* (до 7000 экз./м²), *I. newaensis* (до 3700 экз./м²), *Chironomus thummi* (до 8500 экз./м²), *Procladius* (до 4920 экз./м²). Биомасса в среднем составляла 7.0 г/м².

При большем заилении преобладающее значение в бентосе имели *Limnodrilus clapedianus* (до 1300 экз./м²), *L. hoffmeisteri* и *L. udekemianus* (до 800 экз./м²), личинки рода *Chironomus* (до 1600 экз./м²). Биомасса в среднем составляла 42.0 г/м². По данным Г. В. Аристовской (1958), на заиленных грунтах она была в среднем 10.0—18.0 г/м². Ф. Д. Мордухай-Болтовской (1959) для пелофильных биоценозов приводит среднюю биомассу 16.8 г/м².

С образованием водохранилища происходит перестройка речных биоценозов. Наблюдения за их изменением и формированием фауны вновь созданного водоема были начаты с мая 1956 г. и продолжаются до настоящего времени. В процессе формирования донной фауны, начавшемся с момента образования водохранилища, выделено несколько стадий (Мордухай-Болтовской, 1959, 1961).

Стадия разрушения существовавших ранее реофильных и фитофильных биоценозов и заселение бывшей суши нестойкой группировкой из остатков этих биоценозов и почвенной фауны началась вскоре после затопления водохранилища и продолжались до середины первого года.

Стадия «временного» биоценоза была отмечена во второй половине лета первого года. Она характеризовалась массовым вселением гетеротопной фауны — хирономид. Их личинки, в основном рода *Chironomus*, распространились по дну водоема, образовав однообразный, но количественно богатый мотылевый биоценоз. На отдельных станциях к осени биомасса бентоса достигала 16 г/м², а в Черемшанском заливе — 85 г/м².

На 2-м и 3-м году наблюдалось значительное снижение численности и биомассы бентоса, в основном за счет убыли мотыля и исчезновения фитофильной фауны.

На 3-м году наступила стадия образования постоянных биоценозов. Ведущей группой в бентосе становятся малощетинковые черви.

С 1961 г., когда в водохранилище в общих чертах закончились процессы перестройки речного пойменного бентоса, биомасса в течение нескольких лет оставалась на низком уровне (рис. 40). С 1965—1966 гг. в связи с накоплением иловых отложений общая биомасса и биомасса олигохет начали повышаться: на бывшем русле с 5 г/м^2 в 1965 г. до 37 г/м^2 в 1977 г., а в Волжском плесе с 12 г/м^2 до 45 г/м^2 .

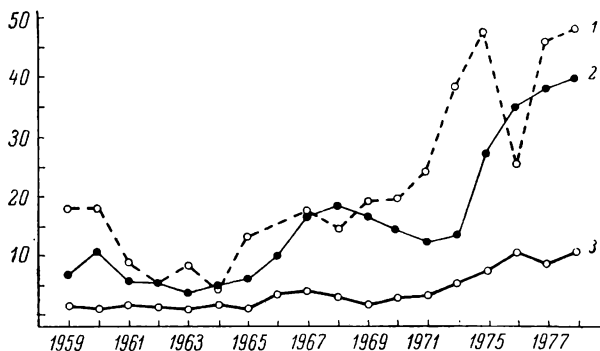


Рис. 40. Многолетние изменения средней биомассы бентоса в водохранилище.

1 — Волжский плес, 2 — бывшее русло Волги в озеровидных плесах, 3 — затопленная суша. По оси ординат — биомасса бентоса, г/м^2 .

На пойме процесс заиления шел медленнее и биомасса была значительно ниже, но и здесь она увеличилась в несколько раз (с 1 г/м^2 в 1965 г. до 7.5 г/м^2 в 1977 г.). Видимо, водохранилище вступило в новую стадию нивелировки биотопов и биоценозов, которая будет очень длительной.

Таким образом, если формирование видового состава донных животных водохранилища закончилось на 3—4-м году его существования, то значение отдельных видов внутри сообществ меняется и в настоящее время.

Донная фауна глубоководной зоны водохранилища сложилась в первые несколько лет его существования и насчитывает в настоящее время 111 видов (Любин, 1974; Ляхов, 1974). Наиболее богато представлены олигохеты — 44 вида, моллюски — 30, личинки хирономид — 27 и высшие ракообразные — 7.

Олигохеты. Крупные черви сем. Tubificidae являются ведущей группой в донной фауне водохранилища. В Волжском плесе заметную роль играют реофильные виды *Isochaetides newaensis* и *I. michaelsoni*, 1-й с численностью до 2200, 2-й — до 3500 экз./ м^2 .¹

¹ Численность олигохет приводится по материалам 1975 г., обработанным В. А. Любиным.

Ниже, на бывшем русле Волги, эти виды встречаются регулярно, но реже и в меньших количествах. Лишь в суженных участках водохранилища, где восстанавливаются речные условия, численность их снова повышается до 1.5—2 тыс. экз./м². На затопленной суше эти виды никогда не встречаются.

По мере накопления иловых отложений уже в Волжском плесе, а затем на бывшем русле Волги в озеровидных плесах водохранилища в огромных количествах развиваются пелофильные тубифициды *Limnodrilus hoffmeisteri* (20 тыс. экз./м²), *Potamothrrix moldaviensis* (27 тыс. экз./м²) и *P. hammoniensis* (7 тыс. экз./м²). Они в пробах обычны, составляя ядро тубифицидного комплекса. В меньших количествах и реже их сопровождают *Limpodrilus udekemianus*, *L. claparedeanus*, *P. vej dovskyi*, *Psammorictides barbatus*, *Tubifex tubifex*, *Aulodrilus pluriset*a, *Au. pigueti* и др.

На затопленной суше видовой состав тубифицид в общем тот же, лишь количественное развитие их значительно ниже. Однако и здесь к осени, когда популяция тубифицид пополняется молодью, численность массовых видов может достигать нескольких тысяч на 1 м².

Из сем. Naididae по всему водохранилищу не часто с численностью в отдельных случаях до 1.5—4.5 тыс. экз./м² распространена *Dero digitata*, еще реже и в меньших количествах — *Stylaria lacustris*. В верховьях единично встречаются некоторые виды рода *Nais*. Наконец, в верхней части Волжского плеса весьма обычен псаммореофильный вид — *Propappus volki* из сем. Enchytraeidae, численность которого может достигать 25 тыс. экз./м². Ниже, вслед за образованием наилка поверх песка, он выпадает из бентоса и иногда встречается лишь на Тетюшском сужении.

Хиرونмиды. Наиболее массовыми из хиرونмид являются *Procladius*. Виды этого рода, предположительно — *P. ferrugineus*, реже — *P. choreus*, повсеместно распространены от верховьев водохранилища до плотины. Нередко, особенно во второй половине вегетационного периода, они насчитываются тысячами экземпляров на 1 м² дна, максимально в октябре 1977 г. до 10 тыс. экз./м² в нижней части Волжского плеса.

Мотыль *Chironomus plumosus* представлен разными личиночными формами: в Волжском плесе *reductus*, изредка *plumosus-reductus*, в озеровидных плесах — *semireductus*, реже *plumosus*. Как правило, численность мотыля в водохранилище невелика, максимум 500—600 экз./м². Нередко в пробах он представлен единичными экземплярами или вовсе отсутствует. Лишь иногда в разных местах водохранилища (на бывшем русле Волги в Ундорском плесе в 1975 г., на затопленной суше в Новодевиченском плесе в 1976 г., в Волго-Камском и Тетюшском плесах в 1977 г.) во второй половине вегетационного периода численность мотыля может достигать 1.5—2 тыс. экз./м². Можно допустить, что популяция мотыля на ранних возрастных стадиях в какой-то степени страдает от хищных личинок *Procladius* (Белявская и Константинов, 1956; Луферов, 1958). Однако немаловажен также и фактор выеда-

ния мотыля рыбами. Желудки стерляди в Волжском плесе в мае бывают набиты личинками IV возраста и куколками мотыля. По всей вероятности, существенное значение в ограничении численности мотыля в водохранилище могут иметь неблагоприятные метеорологические условия в период лета и яйцекладки, как это отмечено в Горьковском водохранилище (Мордухай-Болтовской, 1972).

В значительно меньшем количестве, чем *Procladius* и мотыль, на всем протяжении водохранилища распространены *Leptochironomus tener* (500 экз.), *Cryptochironomus defectus* (не более 50—75), *Harnischia simplex* (300 экз.), *Polypedilum bicrenatum* (300 экз.) и другие виды.² В верхних участках Волжского плеса иногда встречаются псаммореофильные личинки *Cryptochironomus rolli*, *C. macropodus*, *C. demeijerei*.

Амфиподы. Каспийские гаммариды, обитающие в глубоководной зоне водохранилища, связаны главным образом с Волжским плесом. *Dikerogammarus haemobaphes* и *Pontogammarus obesus* распространены по всему Волжскому плесу. Численность каждого из них достигает 1.5—2 тыс. экз./м², в редких случаях больше. В верховьях Волжского плеса в небольших количествах распространены *Pontogammarus sarsi* и *Stenogammarus dzjubani*. Здесь же изредка встречается реофильный рачок *Corophium curvispinum*. Ниже в озеровидных плесах он заменяется *C. sowinskyi*, более терпимым к иловым отложениям.

В водохранилище *P. obesus* не спускается ниже Тетюш, а *D. haemobaphes* по бывшему руслу Волги распространен до Приплотинного плеса, но встречается изредка и в небольших количествах. На пойменных биотопах оба вида связаны со скоплениями дрейссены на древесных субстратах. Особенно ярко это проявляется на залитой пойме против г. Тетюши, где дночерпатель часто приносит полусгнившие остатки кустарника, усыпанные дрейссеной. Они встречаются здесь регулярно с численностью в дночерпательных пробах до 1.5—2.5 тыс. экз./м².

Моллюски. Из моллюсков самым обильным и широкораспространенным видом является *Dreissena polymorpha*. Она появилась в водохранилище в заметном количестве на 2-й год его существования. Все затопленные субстраты, мало-мальски пригодные для прикрепления велигеров (бетонные поверхности гидросооружений, камни, пни, кустарники, неразложившиеся стебли однолетних растений) были в то время густо покрыты молодью дрейссены. На 3-м году существования водохранилища уже возникли серьезные помехи от ее обрастаний на Волжской ГЭС им. В. И. Ленина. В 1962 г. в нижней половине водохранилища в зоне затопленных лесов и кустарников численность дрейссены на древесных субстратах составляла более 3 тыс. экз./м² дна с биомассой около 2 кг (Ляхов, Михеев, 1964).

² Номенклатура хирономид приводится с уточнениями А. И. Шиловой (1974).

Популяция *Dreissena polymorpha* с ее способностью фильтровать богатый сестон водохранилища и аккумулировать в себе колоссальные количества органических веществ надолго останется в водохранилище биотическим фактором огромного значения.

Из сем. Pisidiidae в нижней части Волжского плеса в массе развивается *Amesoda solida*. Ей сопутствуют *A. scaldiana*, *Sphaeristrum rivicola* и ряд видов из родов *Pisidium*, *Euglesa* и *Neopisidium*. Последние в небольших количествах спускаются вниз по бывшему руслу Волги до Приплотинного плеса.

В Волжском плесе в дночерпателях постоянно встречаются отдельные особи унионид (*Unionida tumidus*, *U. pictorum*). Здесь же иногда в массе бывает *Viviparus viviparus*, в меньших количествах — *Bithynia tentaculata*, по всему водохранилищу изредка и единично — *Valvata piscinalis*.

Пиявки. В первые годы в водохранилище было обнаружено 10 видов пиявок (Лукин, 1962). По материалам последних лет по всему водохранилищу изредка и единично встречаются *Helobdella stagnalis* и *Piscicola geometra*. С Волжским плесом связаны *Glossiphonia complanata*, *Herpobdella octoculata* и *H. nigricollis*.

Численность 2 последних достигает иногда 200 экз./м².

Мермитиды. Эти черви, паразитирующие в насекомых, в частности в мотыле, нередко встречаются в свободном состоянии в бентосе водохранилища, иногда по несколько экземпляров в пробе. Зарегистрировано 10 видов, из них 6 — новые для науки и лишь 2 (*Gastromermis hibernalis* и *Strelkovimermis limnoformis*) — массовые (Рубцов, 1974).

Итак, в верхней части Волжского плеса бентос представлен довольно типичным волжским псаммореофильным биоценозом (*Proprappus volki*, *Pontogammarus sarsi*, личинки *Cryptochironomus*), хотя количественно несколько ослабленным. Вслед за седиментацией взвешенной органики формируется пелореофильный биоценоз, наиболее ярко выраженный в районе г. Казани, а в Камской ветви водохранилища — у Сорочьих Гор. Для него характерны *Isochaetides newaensis*, *I. michaelsoni*, *Chironomus plumosus* в личиночной форме *reductus*, гаммариды *Dikerogammarus haemobaphes* и *Pontogammarus sarsi*, из моллюсков *Amesoda solida* и *Viviparus viviparus*, пиявки *Herpobdella* и *Glossiphonia*.

Однако уже в пределах Волжского плеса на дне в больших количествах развиваются пелофильные тубифициды *Limnodrilus hoffmeisteri*, *Potamothrix moldaviensis*, *P. hammoniensis* и др., которые вместе с *Chironomus plumosus* в личиночной форме *semireductus* и другими хирономидами образуют монотонный пелофильный биоценоз, заполняющий дно водохранилища на всем его протяжении. Отличие между бывшим руслом Волги и затопленной сушей выражается лишь в отсутствии на последней пелореофильных тубифицид и более низкими количественными показателями. Соотношение реофильной и лимнофильной фаун в основных районах водохранилища схематически показано на рис. 41.

Из донных биоценозов водохранилища следует назвать биоценоз, центральное положение в котором занимает *Dreissena polymorpha*. Поскольку обязательным условием существования дрейссены является наличие твердого субстрата, этот биоценоз следует отнести к разряду литофильных. Как уже указывалось выше, с массовым распространением дрейссены связаны гаммариды *Dikergammarus haemobaphes* и *Pontogammarus obesus*. Кроме них, по со-

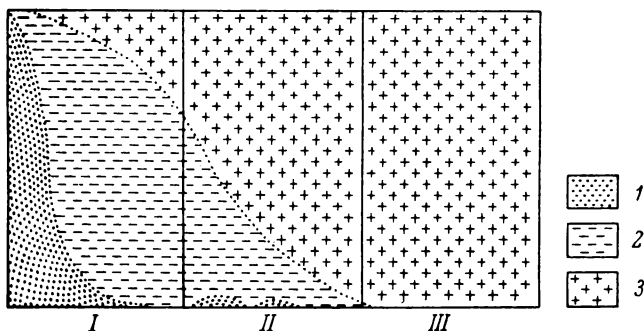


Рис. 41. Соотношение реофильной и лимнофильной фауны в основных районах.

I — Волжский плес, II — бывшее русло, III — затопленная суша. 1 — псаммореофилы, 2 — плеореофилы, 3 — пелофилы.

седству с дрейссеной и в друзьях дрейссены постоянно бывают некоторые хирономиды — *Limnochironomus nervosus*, *Glyptotendipes glaucus* и др., каспийский равноногий рачок *Jaera sarsi*, личинки ручейников *Neureclipsis bimaculata* и *Ecnomus tenellus*, мелкие пиявки и ряд других. С дрейссеной их связывают трофические отношения, так как они питаются агглютинатами и фекалиями дрейссены. Кроме того, мелкие беспозвоночные находят себе приют в друзьях между раковинами дрейссены. В свою очередь дрейссена нередко располагается на раковинках унионид и вивипары, используя их в качестве субстрата. В этом случае она находится непосредственно в грунте на дне водоема и входит в состав бентоса.

Биомасса бентоса

Многолетние изменения. Биомасса бентоса, являющаяся надежной мерой уровня развития жизни на дне водоема, последовательно увеличивается в водохранилище за два десятилетия его существования (рис. 40).

В первые годы была отмечена вспышка развития бентоса за счет потребления органики, затопленной при заполнении водохранилища. На этом пищевом субстрате в ряде плесов произошло массовое развитие мотыля, в больших количествах появился водяной ослик *Asellus aquaticus*, вылезли на поверхность грунта земляные черви сем. Lumbricidae (Мордухай-Болтовской, 1961).

В 1959—1960 гг. биомасса бентоса на бывшем русле была на сравнительно высоком уровне — 17—18 г/м² в Волжском плесе, 7—10 г/м² в озеровидных плесах собственно водохранилища. На долю мотыля приходилось в это время до 50% суммарной биомассы. Затем в развитии бентоса наступает депрессия. Его биомасса в среднегодовых показателях снижается до 4—9 г/м². Мотыля становится мало, зато тубифициды на бывшем русле Волги составляют до 75—90% бентоса. На затопленных почвах поймы и надпойменной террасы после мотылевой вспышки среднегодовая биомасса не превышала 1 г/м². Бентос состоял здесь из небольшого количества тубифицид, некоторых хирономид, на богатых дрейссеной участках — из гаммарид. Такая бедность бентоса обусловлена слабо идущими процессами илообразования. Толщина наилка на коренных затопленных почвах не превышала нескольких миллиметров.

Во второй половине 60-х гг. происходит значительное увеличение биомассы: на бывшем русле основной реки до 18 г/м², на бывшей пойме до 3.5 г/м². Более плавно это увеличение шло в Волжском плесе.

С 1968 г. на бывшем русле наблюдалось небольшое снижение биомассы (до 13 г/м²), но с 1972 г. началось значительное повышение ее, и к 1978 г. она достигла 38 г/м². В Волжском плесе и на пойме этого снижения не было, биомасса продолжала быстро нарастать, особенно с 1971 г. Снижение биомассы в Волжском плесе в 1976 г., видимо, следует рассматривать как случайное, поскольку общая тенденция увеличения сохранилась в последующие 1977 и 1978 гг.

В 1975—1977 гг. половина биомассы в Волжском плесе приходится на тубифицид, около 40% — на сфериид. На бывшем русле Волги 80% биомассы падает на тубифицид, приблизительно 10% — на хирономид (главным образом мотыль). На затопленной суше 60% — тубифициды, остальное поровну приходится на гаммарид и хирономид.

Продольное распределение. По продольной оси водохранилища донная фауна распределяется не равномерно. Сравнительно богатая реофильная фауна в Волжском плесе сменяется в нижних плесах монотонным, состоящим из немногих видов тубифицидным комплексом, свойственным сильно евтрофированным водоемам. Столь же неравномерно и распределение биомассы бентоса (рис. 42). Биомасса крупных моллюсков и дрейссены, требующих иной, чем обычный дночерпатель, методики сбора, не учитывалась.

Сопоставление данных за три трехлетия (1963—1965; 1969—1971; 1975—1977) еще раз демонстрирует последовательный рост биомассы; кроме того, на графике отчетливо видно снижение ее по продольной оси водохранилища сверху вниз. В Приплотинном плесе уровень биомассы в несколько раз ниже, чем в верховье водохранилища, и по крайней мере в 1.5 раза уступает таковому в средней части, причем этот градиент, слабо выраженный в первые годы, в последующем становится все более резким.

Неоднократно подчеркивалось преобладание в волжских водохранилищах аллохтонного органического вещества над автохтонным (Ляхов, 1963; Мордухай-Болтовской, 1963; Романенко, 1967а; 1967б). Это особенно проявилось в Куйбышевском водохранилище, которое до перекрытия Волги плотиной Чебоксарского и Камы — Нижнекамского гидроузлов получало огромное количество орга-

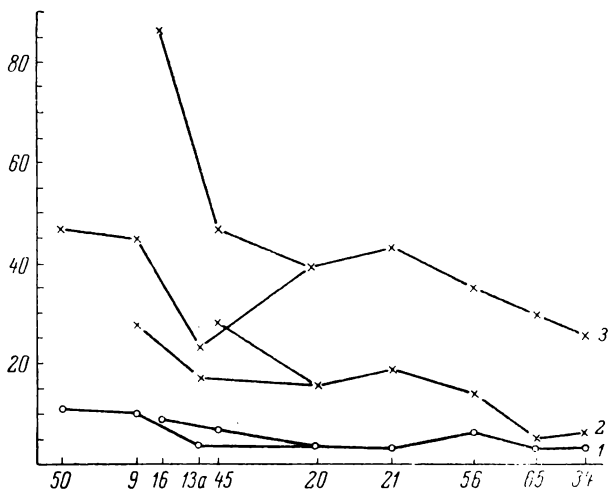


Рис. 42. Средняя биомасса бентоса на бывшем русле основных рек по продольной оси водохранилища.

1 — 1963—1965 гг., 2 — 1969—1971 гг., 3 — 1973—1977 гг. По оси ординат — биомасса бентоса, г/м²; по оси абсцисс — станции.

нического вещества из бассейна, включающего притоки Сура, Ока, Ветлуга, Вятка, Белая и др. Естественно, количество оседающих в водохранилище взвесей обратно пропорционально расстоянию от начала выклинивания подпора, поэтому чем дальше по водохранилищу, тем ниже трофность его илов. Что же касается органического вещества, приносимого в водохранилище малыми притоками самого водохранилища, то оно оседает в заливах, образовавшихся в устьях этих притоков, и обуславливает их сравнительно высокую бентическую продуктивность (Миловидов, 1975).

С возникновением Чебоксарского и Нижнекамского гидроузлов поступление взвесей в водохранилище резко снизится, что, возможно, отрицательно скажется на его бентосе.

Мелководная зона

Мелководная зона в водохранилище, в которую включены все участки с глубинами до 5 м (Цыплаков, 1974), занимает более 40% площади дна водоема. Основные массивы мелководий расположены вдоль левого берега, тогда как правый почти на всем про-

тяжении представлен крутыми склонами Приволжской возвышенности.

Заметная сработка уровня начинается с сентября—октября и к апрелю достигает 4—5 м, а иногда и более. Часть площади дна обнажается еще до наступления зимы, другая — большая — зимой и остается под мощным слоем льда. Как и в других водоемах при аналогичных условиях (Себенцов и Мейснер, 1947; Грезе, 1960; Бородич, 1962; Константинов, 1969, и др.), в Куйбышевском водохранилище на оставшихся без воды участках в течение зимы погибают почти все организмы.

Одним из основных факторов, определяющих развитие донного населения мелководной зоны, является ветровое и волновое воздействие. Поэтому по степени защищенности от такого воздействия выделяются следующие типы мелководий: I — открытые мелководья, II — мелководья, частично защищенные островами, III — мелководья в заливах, которые в свою очередь подразделяются на мелководья приустьевых участков и мелководья верховий заливов.

Состав донной фауны мелководной зоны разнообразен. Фауна в основном представлена олигохетами, хирономидами, высшими ракообразными понто-каспийского происхождения и моллюсками. Моллюсков обнаружено 8 видов, олигохет — 33, хирономид — 31, высших ракообразных — 14, из них бокоплавов — 10 (9 понто-каспийских и 1 байкальский), мизид — 2, кумовых — 2. Значительно реже встречаются пиявки, поденки, личинки ручейников. Общее число видов донных организмов, зарегистрированное в мелководной зоне, превышает 90.

В верхней части водохранилища — в Волге от г. Чебоксары до Камского устья, а в Каме выше пос. Рыбной слободы — донное население очень разнообразно. Количественно преобладают широко распространенные в водохранилище *Dreissena polymorpha*, *Potamothrix moldaviensis*, *Chironomus plumosus* (в личиночной форме *semireductus*), *Dikerogammarus haemobaphes*, *Pontogammarus obesus*. Довольно часто, но в небольшом количестве встречаются псаммофильные и литореофильные организмы, бывшие массовыми в Волге до ее зарегулирования: *Propappus volki*, *Isochaetides newaensis*, *Corophium curvispinum* и *Pontogammarus seasi*.

На мелководьях средней и нижней озеровидной части водохранилища также преобладают виды, обычные для озер средней полосы. Их состав почти полностью соответствует населению глубин, постоянно находящихся под водой, так как фауна мелководий ежегодно заново формируется за счет организмов более глубоких участков. Однако видовой состав, количество доминирующих видов и их встречаемость на различных глубинах неодинаковы. На участках, граничащих с глубинами, постоянно находящимися под водой, эти показатели очень близки. С уменьшением глубин по мере приближения к берегу различия становятся заметнее. На глубинах с одномерной изобатой, особенно в первых двух типах мелководий, почти все организмы встречаются единичными

Т а б л и ц а 47

Количество видов донной фауны на различных глубинах
мелководий водохранилища в 1979 г.

Тип мелководья	Глубина, м			
	1	3	5	10
Открытое	18	23	26	22
Частично защищенное	39	49	46	43
Заливы:				
устье	27	33	33	27
верховье	28	—	22	—

Т а б л и ц а 48

Распределение наиболее часто встречающихся на мелководье
видов донных организмов по глубинам

Группа, вид	Глубина, м											
	1			3			5			10		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Oligochaeta												
<i>Isohaetides michaelsoni</i>	—	+	—	—	+	—	—	+	—	—	+	—
<i>I. newaensis</i>	—	+	—	—	+	—	—	+	—	—	+	—
<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	—	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Potamotheix hammoniensis</i>	—	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>P. moldaviensis</i>	—	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Psammoretyctides barbatus</i>	—	+	—	—	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Tubifex juv</i>	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Amphipoda												
<i>Dikerogammarus haemobaphes</i>	+	—	+	—	—	—	+	+	+	+	+	+
<i>Stenogammarus dzjubani</i>	+	+	+	+	+	+	—	+	—	+	+	+
<i>Corophium sowinskyi</i>	+	+	+	+	+	—	+	+	+	+	+	+
Mysidae												
<i>Paramysis intermedia</i>	+	+	—	+	+	—	—	—	—	—	—	—
<i>P. ullskeyi</i>	+	+	—	+	+	—	—	—	—	—	—	—
Chironomidae												
<i>Cryptochironomus defectus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	—	+	+
<i>Irpiniella arenicola</i>	—	+	+	—	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Chironomus plum. (semireductus.)</i>	+	+	+	+	—	+	+	+	+	+	+	+
<i>Ch. (plum.-reductus)</i>	—	—	+	—	+	+	—	+	+	—	—	+
<i>Ch. dorsalis</i>	+	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Polypedilum nubeculosum</i>	—	+	+	+	+	+	—	+	+	+	+	+
<i>Procladius ferrugineus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Примечание. Знак плюс — встречаемость 50% и более. I—III — тип мелководий.

экземплярами и очень нерегулярно. Поэтому целесообразно рассматривать население мелководья не в целом, а по зонам с глубинами 1, 3 и 5 м (табл. 47, 48).³

Наиболее разнообразно население на глубинах 3 и 5 м, хотя встречаемость большинства обнаруженных здесь видов, особенно в зоне глубин 3 м, очень низкая. На открытом мелководье ни у одного из 23 зарегистрированных видов она не превышала 50%, на частично защищенном мелководье — у 2 из 49 и только в заливах у 4—5 из 33 видов встречаемость была более 50%.

Открытое мелководье

Расположенное вдоль левого берега водохранилища мелководье почти на всем протяжении подвергается разрушительному воздействию волн. В первые годы образования водохранилища преобладали глинистые грунты, которые в процессе формирования береговой линии постепенно заносились песком. В настоящее время на глубинах 1 м наиболее часто встречаются песок с глиной и слегка заиленный песок. Органические частицы, сносимые с берега, здесь не задерживаются и переносятся в более глубокие участки. Вся фауна, развивающаяся за вегетационный период, погибает в осенне-зимнее время, а с весны снова возобновляется. Поэтому население этих глубин очень бедно и представлено единичными экземплярами псаммофильных, оксибионтных видов хирономид и ракообразных. Встречаемость большинства зарегистрированных организмов не превышает 10%. Только у мизиды *Paramysis intermedia* и бокоплава *Stenogammarus dzjubani* она составляет около 50%.

Среднегодовые значения общей биомассы гидробионтов этой зоны очень низки и составляют десятые и сотые доли грамма на 1 м².

На глубинах 3 м влияние волнового перемешивания несколько ослаблено и условия существования организмов более постоянны. Здесь происходит частичное отложение детрита, чаще встречаются заиленные грунты. Население становится разнообразнее. Появляются отсутствующие выше малощетинковые черви *Aulodrilus limnobi-us*, *Uncinails uncinata*, *Potamotheirus moldaviensis*, более чем в 2 раза возрастает встречаемость ювенильных тубифицид и личинок хирономид *Harnischia pseudosimplex*, *Chironomus plumosus*, *Ch. dorsalis*, и в 4 раза — пелофильной личинки *Procladius*. Однако величины встречаемости все же остаются очень низкими и ни у одного вида не достигают 50%.

Биомасса гидробионтов, как и в предыдущей зоне, остается низкой, составляя десятые и сотые доли грамма.

На глубинах 5 м влияние волнового перемешивания ощущается еще слабее. Поэтому процессы накопления илов и отложения вы-

³ Представление о богатстве донной фауны на различных глубинах всех типов мелководий дает табл. 47. В табл. 48 приводятся данные о встречаемости доминирующих видов.

мытых и перенесенных сюда из прибрежной зоны органических частиц происходят значительно интенсивнее. Для пелофильных организмов создаются благоприятные условия и биомасса бентоса возрастает в десятки раз. Особенно повышается роль олигохет. Наиболее многочисленными и распространенными из них становятся характерные для населения глубоководной зоны пелофилы *Limnodrilus hoffmeisteri* и *Potamothrix moldaviensis*. Личинки хирономид играют подчиненную роль, наиболее часто из них наблюдаются лишь *Procladius* (встречаемость 50%).

В целом население открытого мелководья водохранилища, так же как население открытых участков песчаной литорали иных водохранилищ и крупных озер, очень бедно (Жадин, 1948; Мордухай-Болтовской, 1955; Фенюк, 1961; Ляхов, 1972; Бородич, 1974; Бентос Учинского водохранилища, 1980).

Мелководье, частично защищенное островами

На участках, защищенных от волнобоя, наблюдается большое разнообразие биотопов, которое позволяет организмам различных экологических групп найти благоприятные для своего развития условия. Здесь обнаружено свыше 50 видов донных организмов.

Участки с глубинами 1 м после весеннего подъема уровня воды очень медленно заселяются гидробионтами. В течение всего мая на них встречаются единичные экземпляры хирономид и олигохет. Только в июне и июле население становится богаче. Однако и в эти месяцы большинство обнаруженных видов редко встречаются. Исключение составляют бокоплав *Stenogammarus dzjubani* и малощетинковые черви *Isochaetides newaensis*. Первый обычно находится в половине отобранных проб (встречаемость 50%), второй появляется только в отдельные годы. Колебания численности этого червя, одного из наиболее крупных по размеру представителей олигохет, значительно влияют на величину общей биомассы донных организмов. В годы с массовым развитием *I. newaensis* биомасса достигает 5 г/м², в годы его отсутствия — менее 1 г/м².

Зона глубины 3 м заселяется донными животными быстрее вышеупомянутой. Наиболее многочисленными и распространенными являются представители псаммофильного и пелореофильного биоценозов: *Stenogammarus dzjubani*, *Isochaetides newaensis*, *Corophium sowinskyi*, *Cryptochironomus defectus*, *Cladotanytarsus* sp., *Polypedilum nubeculosum*. Несмотря на довольно разнообразный видовой состав (52 вида), большая часть организмов встречается редко и единично. Поэтому среднесезонная биомасса составляет около 1 г/м² и только в годы массового развития *I. newaensis* достигает 4,43 г/м².

На глубинах 5 м условия для обитания организмов стабильнее. Интенсивнее протекают процессы заиления, но места еще встречаются пятна чистого песка. В связи с этим наряду с типичными обитателями глубинных зон водохранилищ и озер (*Potamothrix moldaviensis*, *Limnodrilus hoffmeisteri*, *L. clapedianus*, *Procladius*

Т а б л и ц а 49

Биомасса основных групп донных организмов на различных глубинах мелководий в 1969 г., г/м²

Группа	Глубина, м								
	1			3			5		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Олигохеты	0.00	0.21	0.04	0.02	0.67	0.58	2.40	0.82	0.98
Моллюски	0.00	0.03	0.10	0.00	0.04	0.02	0.03	0.02	0.00
Амфиподы	0.00	0.04	0.22	0.01	0.06	0.02	0.00	0.06	0.10
Хирономиды	0.02	0.06	4.57	0.04	0.03	3.71	0.03	0.04	0.25

ferrugineus) здесь широко представлены псаммофильные и пело-реофильные обитатели (*Isochaetides newaensis*, *I. michaelsoni*, *Corophium sowinskyi*, *Stenogammarus dzjubani*, *Harnischia pseudosimplex*). Несмотря на разнообразный видовой состав, среднегодовая биомасса бентоса этой зоны остается невысокой и определяется в основном величиной биомассы олигохет.

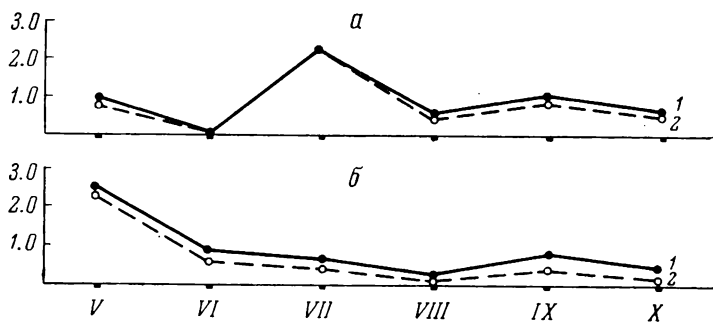


Рис. 43. Сезонная динамика общей биомассы (1) и биомассы олигохет (2) в 1969 г.

а — открытое мелководье, б — частично защищенное. По оси ординат — биомасса, г/м²; по оси абсцисс — месяцы.

Характеризуя этот участок в целом, следует отметить, что состав населения на всех глубинах разнообразен, но количественно беден. Важная в кормовом отношении для рыб группа хирономид представлена очень слабо, ее биомасса не превышает 0.06 г/м² (табл. 49).

Сезонную динамику биомассы донных организмов на рассмотренных участках (рис. 43) определяют главным образом изменения биомассы олигохет сем. Tubificidae. На открытом мелководье относительно высокие значения биомассы в июле, а на частично защищенном — в мае, видимо, связаны с особенностями развития малощетинковых червей. Снижение биомассы к концу лета могло быть следствием как появления молодого поколения червей, так

и выедания более крупных экземпляров рыбой и естественной смертности старых особей.

В целом население открытых и частично защищенных от волнобоя мелководий очень бедно. Поэтому с первых лет образования водохранилища в него стали завозить ценные для рыб кормовые организмы. С 1957 по 1966 г. было перевезено свыше 22 млн. мизид преимущественно видов *Paramysis intermedia*, *P. lacustris*, отловленных в устье Дона (Иоффе, 1968; Егерев, 1970).

В настоящее время обычными для песчаного мелководья являются *P. intermedia* и *P. ullskyi*⁴. Наиболее плотно ими заселены участки озеровидных плесов средней и нижней части водохранилища. В отдельные, благоприятные для развития мизид годы (1968, 1972, 1975), у *P. intermedia* наблюдаются три, а у *P. ullskyi* — две генерации (Бородич, Гавлена, 1973). Их численность с биомассой 2.0—3.0 г/м² на отдельных участках достигает 800—1000 экз./м². Для открытого песчаного мелководья это очень высокие показатели. Значение их трудно переоценить, поскольку площади, занимаемые подобными мелководьями, составляют около 42%, а биомасса бентоса не превышает десятых долей грамма (Бородич, 1974). Появляются мизиды в прибрежной зоне вскоре после освобождения водоема ото льда, когда других животных здесь почти нет. Поэтому роль их как кормовых ресурсов рыб в мелководной зоне очень велика.

Из других высших раков, ранее неизвестных для долины р. Волги, вошедшей в состав Куйбышевского водохранилища, следует отметить байкальского бокоплава *Gmelinoides fasciatus*. Он обнаружен в 1977—1979 гг. на участке протяженностью свыше 100 км от г. Чебоксары до с. Васильево вдоль обоих берегов на открытом мелководье и за островами. Этот рачок проник в верхнюю часть Куйбышевского водохранилища из Горьковского (Бородич, 1979).

В средней части, в районе г. Ульяновска, обитает кумовый рачок — *Caspiocuma campylaspoides* (Бородич, 1979). Нахождение его на различных глубинах у с. Поливны (21 м), с. Городище (в затоне 3 м), с. Криюши (11 м) свидетельствует о благоприятных условиях для развития рачка в этом районе.

В 1965—1970 гг. с целью обогащения кормовой базы рыб в водохранилище завозили моллюска *Hypanis (Monodacna) colorata* (Иоффе, 1974). Его единичные экземпляры начали встречаться в нижней части водохранилища с 1975 г., а в 1978 г. он был обнаружен в районе г. Ульяновска (Миловидов, 1980). Обитает монодакна на глубинах 1.5—36 м на заиленном песке и илистых грунтах. В Новодевиченском и Приплотинном плесах числен-

⁴ *Paramysis ullskyi* была ранее широко распространена в р. Волге и поднималась от устья вверх по течению более чем на 3000 км (Мордухай-Болтовской, 1957). Поэтому трудно сказать, увеличилась ее численность за счет проведенных акклиматизационных мероприятий или в водохранилище улучшились условия обитания вида.

ность его на отдельных участках достигает 78 экз./м² (Дзюбан, Слободчиков, 1979). В 1980 г. в Черемшанский залив выпущено 2.5 млн. байкальского бокоплава *Gmelinoides fasciatus*.

Благодаря осуществлявшейся в водохранилище в течение 17 лет интродукции беспозвоночных понто-каспийского происхождения фауна мелководной зоны обогатилась новыми, неизвестными ранее для этого участка р. Волги организмами. Однако, несмотря на это, прибрежная зона из-за периодического осушения и разрушительного действия прибоя остается бедной.

Заливы

Помимо Волги и Камы, непосредственно в Куйбышевское водохранилище впадает ряд мелких притоков, в совокупности составляющие его боковую приточность. До зарегулирования каждая из этих рек разработала свою долину с ее геоморфологической структурой, свойственной всякой реке. С образованием водохранилища в устьевых участках рек возникли заливы, размеры которых зависят от мощности притока и от расположения залива по продольной оси водохранилища. В каждый из заливов впадает свой приток, который вместе с водой приносит взвешенное органическое вещество, вымываемое рекой из ее бассейна. Количество вносимых в заливы веществ очень велико. Кроме того, из-за снижения действия ветрового и волнового разрушения берегов в заливах и особенно в их верховьях создаются благоприятные условия для развития высшей водной растительности (Экзерцев, 1973). После ее отмирания грунты заливов получают значительное количество растительного детрита.

Таким образом, заливы представляют собой своеобразные аккумуляторы аллохтонной органики, поступающей в водохранилище за счет боковой приточности и автохтонной органики, образующейся в основном в верховьях заливов при распаде макрофитов.

На глубинах 1 и 3 м мелководий заливов, хорошо сообщаящихся с водохранилищем, встречаются участки с большей или меньшей примесью песка. Образовались они под влиянием волнового и ветрового разрушения берегов и размыва грунтов прибрежной зоны. Однако преобладают коренные породы (черноземная почва и глинистые грунты).

Животный мир зоны с глубинами 1 м характеризуется значительным развитием личинок хирономид. Особенно многочисленны личинки *Lipiniella arenicola*, количество которых к осени достигает в отдельные годы 3320 экз./м². Из других хирономид здесь часто встречаются *Chironomus plumosus* (личиночные формы *semi-reductus* и *plumosus-reductus*) и *Procladius* sp. Биомасса бентоса более чем на 90% определяется хирономидами.

В зоне глубин 3 м в связи с распространением заиленных грунтов возрастает встречаемость пелофильных организмов (*Procladius* sp., *Chironomus plumosus*), увеличивается численность юве-

нильных Tubificidae, появляются *Psammoryctides barbatus*, *P. moldaviensis* и *Limnodrilus hoffmeisteri*. Однако по-прежнему доминируют личинки хирономид, обычно обитающие в прибрежной зоне водохранилища — *Lipiniella arenicola*, *Polypedilum nubeculosum*, *Cryptochironomus defectus*, *Chironomus plumosus*. Биомасса донных организмов изменяется в широких пределах: в 1968 г. от 0.36 до 3.37 г/м², в 1969 г. от 2.72 до 9.36 г/м². Величина общей биомассы определяется массовыми видами хирономид, главным образом личинками *Lipiniella arenicola* и личинками рода *Chironomus*.

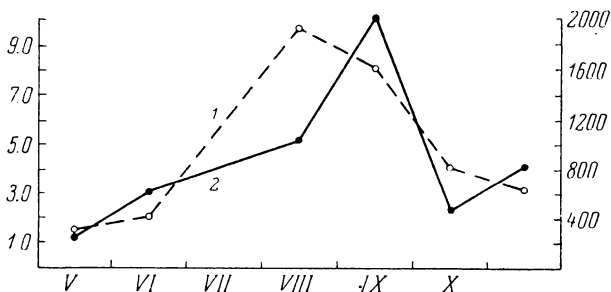


Рис. 44. Сезонная динамика численности (1) и биомассы (2) бентоса мелководий в прпутьевых участках заливов в 1969 г.

По оси ординат: слева — биомасса, г/м², справа — численность, экз./м²; по оси абсцисс — месяцы.

На глубине 5 м заметно увеличивается роль олигохет, представленных 12 видами. Из них наиболее обычны обитатели глубинных зон евтрофных озер и водохранилищ — *Psammoryctides moldaviensis* и *Limnodrilus hoffmeisteri*, а из личинок хирономид *Procladius* sp., *Chironomus plumosus*, *Polypedilum nubeculosum*. Биомасса гидробионтов на этой глубине определяется хирономидами и олигохетами. В отдельные же месяцы (октябрь—ноябрь) она на 65—97% состоит из олигохет. Особенно многочисленны в эти месяцы *Limnodrilus udekemianus* и ювенильные особи других видов тубифицид.

Сезонное изменение биомассы бентоса заливов, соединенных с водохранилищем (рис. 44), определяется изменениями в биомассе личинок хирономид на глубинах 1 и 3 м развитием массового вида *Lipiniella arenicola*, а на глубине 5 м — личинок родов *Chironomus* и *Procladius*. Численность гидробионтов увеличивается с мая и в августе достигает максимума — 1960 экз./м². Длительный период нарастания численности объясняется неравномерностью развития личинок на разных глубинах и несовпадением сроков вылета имаго. Снижение численности и биомассы, как правило, происходит осенью.

В Черемшанском заливе на илах участков с глубинами свыше 5 м образовался пелофильный биоценоз, не уступающий по своему

количественному показателю бывшему руслу Волги и отличающийся от него преобладанием *Chironomus plumosus*. Так, в Черемшанском заливе, на бывшем русле р. Черемшан, средняя за вегетационный период биомасса бентоса в 1975—1977 гг. была на уровне 21—27 г/м², а доля мотыля составляла 50—70%. Остальной бентос состоял из тубифицид в том же примерно составе, что и в водохранилище. На бывшей пойме р. Черемшан биомасса бентоса в 1.5—3 раза ниже, чем на русле, где главным образом отлагается речная органика, но соотношение мотыля и тубифицид остается таким же. Хищная форма личинок хирономид — *Procladius* — встречается в Черемшанском заливе значительно реже, чем в водохранилище, и не исключено, что этим можно объяснить успешное развитие здесь мотыля.

В прибрежной зоне верхней части залива, где хорошо развита растительность, в составе донного населения в значительном количестве появляются фитофильные виды: *Ophidonais serpentina*, *Stylaria lacustris*, *Glyptotendipes gripekoveni*, *Limnochironomus nervosus*, *Parachironomus biannulatus*, *Cricotopus silvestris*.

Биомасса бентоса на глубинах 1 и 3 м, как и на мелководье, находящемся в приустьевом участке залива, на 80—90% определяется биомассой личинок хирономид и составляет 6.3—9.5 г/м².

Аналогичная картина присуща другим заливам водохранилища — Майна, Тургенево, Усинский (Мировидов, 1974, 1975) и Свияжский (Курбангалиева, Мелентьева, 1972). Хирономиды (*Chironomus plumosus*, *Polypeclilum*) доминируют в них над другими донными беспозвоночными, составляя 60—80% общей биомассы. Общий уровень биомассы относительно высок.

В целом для бентоса заливов характерно следующее: в нем преобладают хирономиды, тогда как на открытых участках водохранилища бентос преимущественно состоит из олигохет. Уровень развития донного населения в заливах значительно выше, чем в самом водохранилище. Имеется отчетливый убывающий градиент в плотности личинок хирономид от верховий заливов к их устьям, связанный с неравномерностью выпадения аллотонной органики по мере падения скорости течения.

ИХТИОФАУНА

На Средней Волге и в ее притоках в районе Куйбышевского водохранилища обитало 49 видов рыб (Берг, 1949; Лукин, 1961). Наиболее обычными и многочисленными были лещ, щука, синец, плотва, язь, окунь, уклей.

Промысловые речные уловы в границах водохранилища в 1946—1951 гг. колебались в пределах 13—20 тыс. ц в год. Ведущее место в промысле занимал лещ, дававший до 40% уценных уловов крупного частика. Из ценных промысловых видов рыб в этом районе было сравнительно много стерляди, отмечалась возможность существования местной (жилой) формы осетра; судак встречался в промысловых количествах, хотя его стадо было

не столь мощным. Пойменные водоемы изобиловали щукой, карасем и линем. Стадо местного сазана было незначительным (Лукин, 1972).

Для обеспечения формирования промыслового стада рыб в создаваемом водохранилище был осуществлен ряд рыбоохранных, акклиматизационных и рыбоводных мероприятий: введен запрет на промысел осетровых, леща, сазана и судака на 2 года, выращено в пойменных водоемах и прудах и выпущено в зону затопления немногим более 1 млн. сеголетков сазана и завезено из низовьев Волги около 33 тыс. его производителей. В 1956—1957 гг. из нижнего бьефа было пересажено выше плотины около 1000 экз. осетра (Лукин, 1964).

После зарегулирования стока в новых условиях преимущественное развитие получили туводные, эвритопные виды, исходные стада которых отличались достаточно большой численностью. Формирование ихтиофауны шло в направлении усиления лимнофильного комплекса, но благодаря наличию относительно высоких течений в верховьях водохранилища и в местах сужений сохранились типично реофильные формы — стерлядь, белоглазка, подуст, жерех (первые 2 вида довольно многочисленны).

В период заполнения водохранилища создались благоприятные условия для размножения и развития лимнофильных рыб. Водохранилище начало заполняться осенью 1955 г. и достигло проектной отметки после прохождения весеннего паводка в 1957 г. Таким образом, могло сформироваться два мощных поколения рыб 1956 и 1957 гг. Наличие больших нерестовых площадей, высокая численность зоопланктона и бентоса обеспечили появление высокоурожайных поколений, на которых базировалось дальнейшее развитие ихтиофауны водохранилища. В этот период была выше выживаемость молоди как за счет улучшения условий питания, так и благодаря большой разреженности и самой молоди, и хищников при значительном увеличении нагульной акватории.

Уже в первые годы после перекрытия р. Волги из состава ихтиофауны выпали проходные виды — каспийская минога, белуга, проходной осетр, шип, севрюга, каспийский лосось, белорыбца, сельдь-черноспинка, волжская сельдь, каспийский пузанок (Поддубный, 1959; Шаронов, 1962). В это время в водохранилище разрешался вылов только малоценных рыб и щуки.

Несмотря на неблагоприятные условия зимы 1955—1956 гг. (Гайниев, 1958) и 1957—1958 гг. (Шаронов, 1966), в водохранилище относительная численность всего поголовья первых поколений леща составила 75%, щуки — 85.9, густеры — 73, чехони — 86.3% (Шаронов, 1966). Условия в период заполнения водохранилища наиболее благоприятно сказались на рыбах, увеличив их исходные стада. В их число, кроме ценных рыб, вошли плотва, окунь, уклея.

Формирование ихтиофауны водохранилища шло по классической схеме.

Первый этап определялся периодом заполнения водохранилища. Резкое возрастание поголовья и увеличение темпа роста рыб были обусловлены улучшением условий размножения и питания и высокой выживаемостью молоди. Падение биомассы бентоса и исчезновение (разложение) нерестового субстрата из затопленной луговой растительности на втором этапе отрицательно сказались на численности новых поколений фитофильных рыб и биологических показателях бентофагов. На третьем этапе условия питания относительно стабилизировались на среднем уровне. Динамика численности популяций рыб в основном определялась уровнем режимом водохранилища (Шаронов, 1966).

Естественное формирование видового состава ихтиофауны закончилось в основном в первые 2 года после заполнения — к этому времени уже четко проявились виды с прогрессивной численностью, способные нормально развиваться в новых условиях и заселившие все экологически типичные участки нового водоема. К таким видам в Куйбышевском водохранилище относятся лещ, синец, чехонь, окунь, плотва, густера, уклей, ерш, судак, берш, стерлядь, налим.

Формирование численности отдельных стад рыб считается законченным к тому времени, когда их нерестовые популяции в основном составят рыбы водохранилищного происхождения и популяция в целом примет нормальную для данного вида структуру (Поддубный, Фортунатов, 1961). Длительность этого периода зависит от структуры стада каждого вида. В Куйбышевском водохранилище у рыб с простой структурой и ранним половым созреванием (уклей, окунь, ерш, щука) он закончился на 3—4-м году после начала заполнения, у видов со сложной популяционной структурой и длительным созреванием (лещ, судак, стерлядь) — на 7—8-м году (Шаронов, 1966).

Известно, что формирование стад леща и судака в Рыбинском водохранилище закончилось только на 13—14-й год после начала наполнения (Остроумов, 1959). Естественное формирование ихтиофауны Иваньковского, Угличского и Камского водохранилищ было закончено через 8—9 лет, Горьковского — через 8, Цимлянского — через 5—7 лет после наполнения (Лапичкий, 1961; Поддубный, 1963). Таким образом, по скорости этого процесса Куйбышевское водохранилище заняло среднее положение.

На современном третьем этапе развития водохранилища наибольшее значение для жизни рыб имеют прибрежные заросшие и защищенные от волнобоя зоны, на которых происходит размножение основной массы фитофилов и нагул их молоди, и зоны интенсивного илонакопления в открытых плесах, где образуют скопления взрослые бентофаги. Последние характеризуются большим разнообразием и высокой плотностью кормового зоопланктона и зообентоса, что привлекает сюда на нагул также рыб пелагического комплекса и хищников. В водохранилищах площади участков, обеспечивающих повышенную плотность гидробионтов, обычно занимают не более 10—20 %, чем и объясняется сравни-

тельно низкая продуктивность водоемов подобного типа (Волга и ее жизнь, 1978).

На основании результатов изучения гидрологии Куйбышевского водохранилища, распределения в нем зообентоса, зоопланктона и рыб (Аристовская, 1964; Широков, 1965; Егерева, 1972; Цыплаков, 1972; Козловский, 1980, и др.) оказалось возможным построить принципиальную схему биотопного районирования (рис. 45) этого водоема. Можно видеть, что особенности строения водохранилища способствовали более значительному, чем в других водоемах, развитию зон интенсивного илонакопления в открытых плесах. Значительные глубины на большом протяжении бывшего русла (до 41 м), чередование сужений и озеровидных расширений, извилистость береговой линии привели к тому, что, по нашим расчетам, зона активного илонакопления занимает в водохранилище 20—30 % площади. Однако значительная ее доля приходится на глубоководную русловую часть Ундорского, Ульяновского, Новодевиченского и Приплотинного плесов (название плесов по: Дзюбан, 1960), где, несмотря на высокие показатели биомассы бентоса, плотность рыбного населения мала. В глубоководной зоне нагуливается только крупный лещ, который составляет незначительную часть популяции.

Зона слабого илонакопления занимает около 50 % площади водохранилища. Она служит основным нагульным биотопом большинству видов рыб. Здесь ежегодно образуются мощные нагульные скопления леща (рис. 46) и других бентофагов, на которых базируется промысловый лов (Кораблев, 1972).

В выделяемую нами 3-ю зону размываемых почв и песков, занимающую около 20—25 % акватории, входят частично сохранившиеся до настоящего времени гравелисто-галечниковые гряды, служащие местами размножения стерляди, и значительные по площади прибрежные песчаные пляжи без растительности.

Высшая водная растительность в водохранилище развита очень слабо и занимает лишь около 0.5 % площади (Экзерцев, 1963), что совершенно недостаточно для обеспечения нереста фитофильных рыб и нагула молоди.

Анализ приводимого нами распределения основных биотопов водохранилища с учетом всех особенностей распределения гидробионтов позволяет подтвердить вывод о недоиспользовании ресурсов зообентоса глубоководной зоны водохранилища.

Соотношение продуктивных и непродуктивных биотопов (без зоны заросшего побережья) выгодно отличает Куйбышевское водохранилище от наиболее исследованного в этом отношении Рыбинского, да, вероятно, и от многих других водохранилищ. Но тем не менее расчетная ихтиомасса Куйбышевского водохранилища существенно ниже, чем в Рыбинском. Анализ всех данных позволяет объяснить подобное положение в первую очередь катастрофической необеспеченностью рыб нерестилищами, главным образом для фитофилов, которые составляют здесь основу ихтиофауны. Это является главным лимитирующим фактором,

мешающим достижению в водоеме оптимальных соотношений продукции зоопланктона, зообентоса и рыб.

Уровенный режим водохранилища (рис. 47) отрицательно сказывается на выживании икры, личинок, молоди и взрослых рыб. Динамика уровня такова, что лишь в Волжском, части Волго-Камского и Камском плесах максимальные весенние

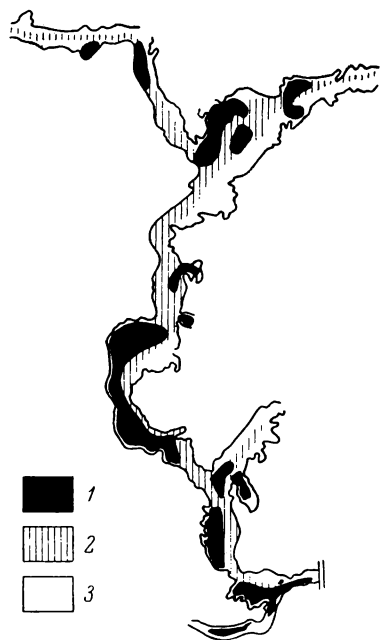


Рис. 45. Схема основных биотопов водохранилища.

1 — зона активного илонакопления, 2 — зона слабого илонакопления, 3 — размываемые почвы и пески.

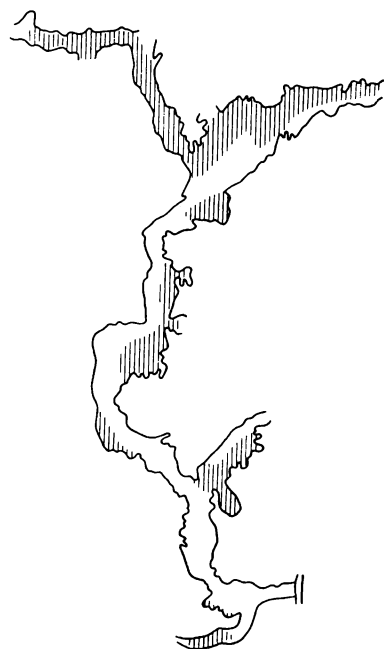


Рис. 46. Распределение зон концентрации леща.

Заштрихованы зоны относительно повышенной концентрации.

уровни превышают меженные, т. е. рыба может использовать для нереста залитую наземную растительность, развившуюся на осушенном побережье в течение предыдущего лета. Значительная зимняя сработка уровня (на 5—7 м) вызывает на ряде участков заморы рыбы, а также препятствует зарастанию мелководий водохранилища высшей водной растительностью. Расчеты показывают, что при сработке уровня на 7 м происходит осушение до 50 % площади водохранилища. В эту зону входит практически вся литораль и часть сублиторали водоема.

С образованием водохранилища возник обширный биотоп пелагиали, в бытовых условиях реки представленный незначительно (Волга и ее жизнь, 1978), пригодный для существования стайных пелагических рыб. В ихтиофауне Волги численность таких рыб была минимальной. Поэтому в Куйбышевском водохранилище,

Использование рыбами продукции кормовых организмов, %

Группа рыб	Зоопланктон	Личинки хируномид	Олигохеты	Моллюски	Всего
Ценные	12.5	55.5	100.0	17.7	22.5
Малоценные	41.8	42.4	—	82.3	40.0
Не имеющие хозяйст- венного значения	45.7	2.1	—	—	37.5

одном из самых больших в Союзе по площади зеркала и объему водной массы, пелагиаль развита довольно значительно, но используется местными видами пока еще очень слабо.

Типично пелагическими видами (из массовых) в водохранилище являются чехонь и появившаяся в 1964 г. тюлька. Данные расче-

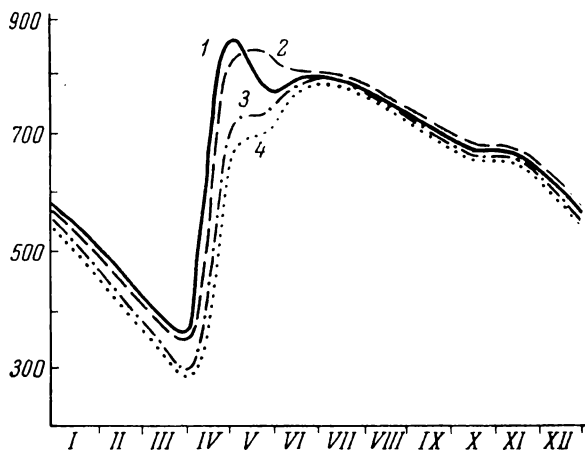


Рис. 47. Уровенный режим.

1 — Вязовые, 2 — Чистополь, 3 — Тетюши, 4 — Тольятти. По оси ординат — диапазоны колебаний уровня воды, см; по оси абсцисс — месяцы.

тов сотрудников Татарского отделения ГосНИОРХ (Егерева и др., 1972) показали, что продукция кормовых организмов используется в основном тугорослыми малоценными рыбами. На долю ценных видов приходится всего 22.5% используемого рыбами корма. Фактическое использование продукции всех кормовых организмов с учетом ее потребления мирными рыбами и рыбами, уничтоженными хищниками, по исследованиям, проведенным в 1974 г., составило 255 тыс. т, или всего 9.8% годовой продукции.

Значительная часть продукции, создаваемой рыбами (70%), теряется в результате естественной смертности (Цыплаков, 1980), 26% ее потребляется хищниками и только 4% составляет величину

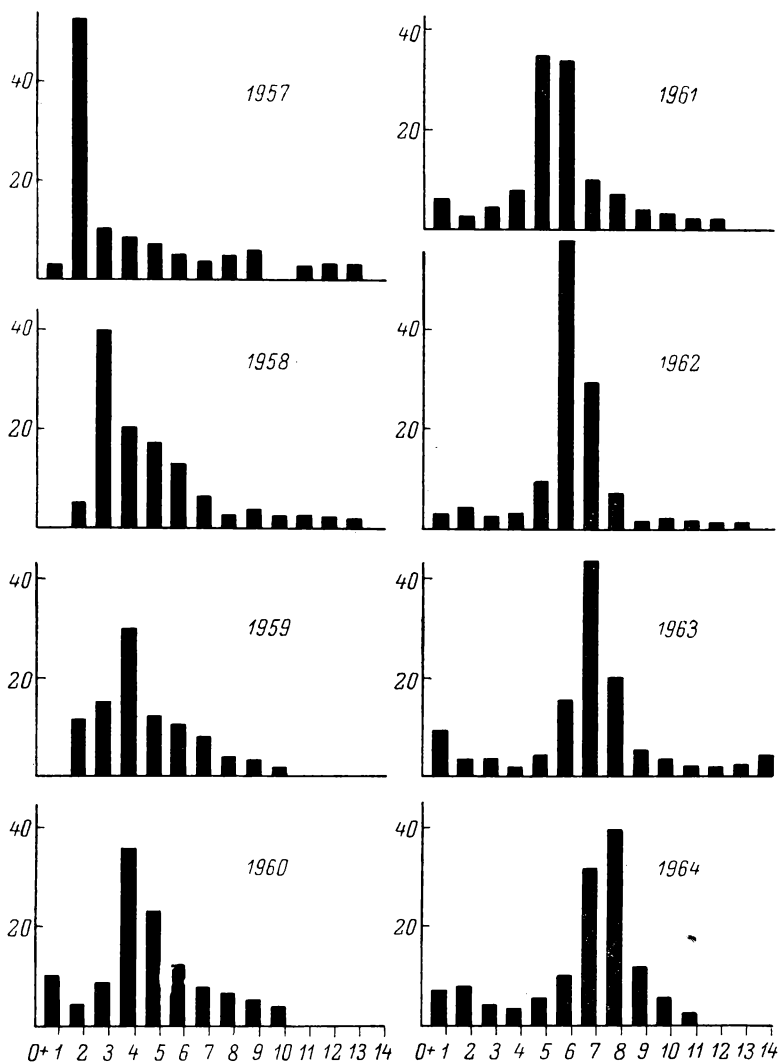


Рис. 48. Динамика возрастного состава популяции леща.
По оси ординат — число особей, %; по оси абсцисс — возраст, годы.

промыслового и любительского вылова и, следовательно, используется человеком (табл. 50).

Недоиспользуются запасы зоопланктона и моллюсков. В русловой части водохранилища не потребляется рыбой 59.9 тыс. т олигохет, остаточная продукция зоопланктона составляет 554 тыс. т. Из-за отсутствия рыб-моллюскоедов в водохранилище не осваивается 1857 тыс. т продукции моллюсков.

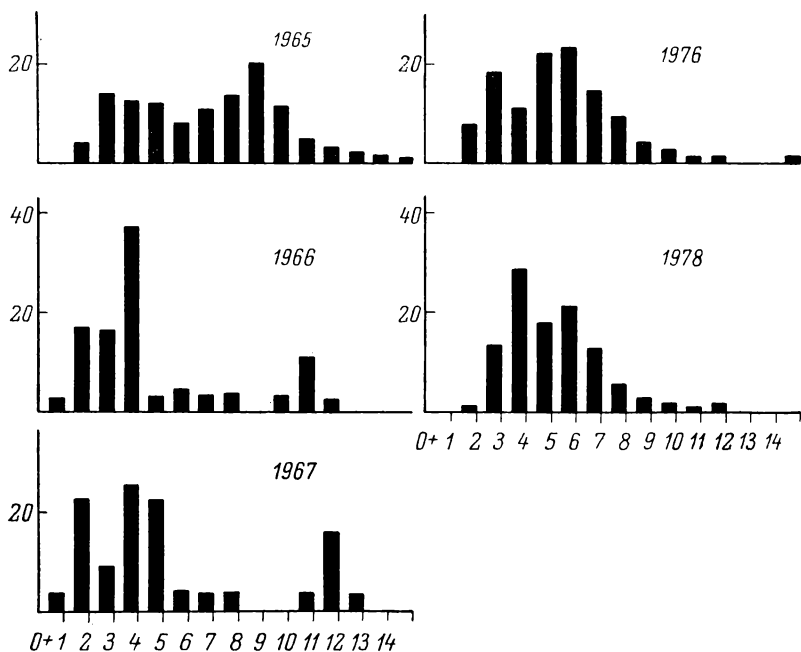


Рис. 48 (продолжение).

Недоиспользование рыбами кормовых ресурсов водохранилища определяется спецификой видового состава ихтиофауны, формирующейся стихийно, биологией видов и наличием ряда мощных, лимитирующих эффективность естественного воспроизводства факторов среды.

Лещ в водохранилище дал два высокоурожайных поколения в 1956—1957 гг., которые долгое время составляли основу численности популяции вида. За счет их вступления в промысел уловы с 1958 по 1964 гг. возросли почти в 20 раз (Шаронов, 1968б).

Однако в последующем урожайные поколения появлялись лишь в редкие годы, когда весенний уровень воды превышал НПУ и был относительно стабильным (рис. 48). Отмечен нерест леща и ряда других фитофилов в глубоководной части водохранилища на затопленной кустарниковой растительности (Махотин, Шаронов, 1970; Цыплаков, 1972), но, по-видимому, эффективность размножения здесь ниже, чем в прибрежной зоне, и урожайные поколения появляются лишь в многоводные годы, когда основная масса производителей нерестится на своевременно залитых прибрежных мелководьях.

Продолжительность нереста зависит не только от термического режима, но и от местоположения нерестилищ. В отдельные годы наблюдается два подхода производителей к местам нереста.

В Свияжском заливе, расположенном в верхней части водохранилища, благодаря более раннему освобождению его ото льда, быстрому прогреву воды нерест проходит на 11—16 суток раньше, чем в открытой части Волжского плеса (Лукин, Курбангалиева,

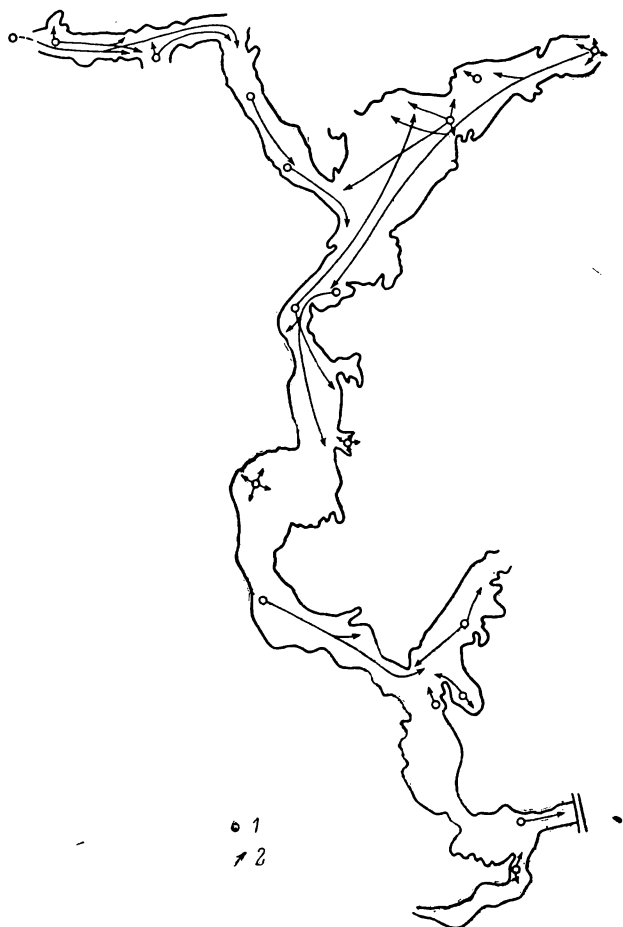


Рис. 49. Миграции леща в водохранилище.

1 — место выпуска меченых рыб, 2 — место вторичной поимки,

1965) и в заливах нижней части водохранилища (Чикова, 1963; Цыплаков, 1972).

Наиболее благоприятные условия воспроизводства фитофильных рыб сложились в верхней части водохранилища, где до образования Чебоксарской ГЭС сохранялось весеннее половодье. Здесь сформировались наиболее мощные стада леща (Цыплаков, 1972). Мечение, проведенное сотрудниками Татарского отделения ГосНИОРХ и Куйбышевской станции АН СССР (Шаронов, 1966;

Цыплаков, 1972), подтвердило наличие в водохранилище локальных стад леща, придерживающихся определенных районов. Хотя отдельные особи совершают довольно длительные миграции (до 300 км), массового перемешивания стад не происходит (рис. 49).

Лещ каждого стада имеет определенные места нагула, зимовки, нереста, которые могут отстоять друг от друга на значительном расстоянии, но в основном расположены компактно. Особенно мала миграционная активность леща Тетюшского, Ундорского плесов и Усинского залива.

Происходит дифференциация леща в водохранилище на 2 экологические группы, показателем которых является наличие двухрядных или однорядных глоточных зубов (Лукин, 1975). Этот факт объясняется в основном приспособлением вида к различным условиям и срокам размножения. Однако генетический анализ леща с двухрядными и однорядными глоточными зубами показал, что двухрядность, видимо, обусловлена рецессивным признаком, фенотипическое проявление которого в природе возможно только в гомозиготном состоянии. Для леща Куйбышевского водохранилища было установлено, что его популяция отличается большей неоднородностью (12.9% лещей с двухрядными глоточными зубами) по сравнению с лещом района незарегулированного стока Волги (8%) и дельты Волги (3.05%) (Суворова, Якубов, 1980).

Увеличение доли гетерозиготных особей в популяции происходит в результате срабатывания механизма приспособляемости на изменение окружающей среды (зарегулирование стока). Доля их в популяции составляет 46%, что связывается (Суворова, Якубов, 1980) с высоким уровнем изменчивости видов.

Данные, приводимые А. В. Лукиным (1975), свидетельствуют о том, что наибольший процент леща с двухрядными глоточными зубами отмечается в самые неблагоприятные маловодные годы. По-видимому, в этих условиях эффективно проходит нерест леща с более высоким уровнем изменчивости, и в результате появляется повышенное количество гомозиготного леща с двухрядными глоточными зубами.

Большое число леща с двухрядными глоточными зубами в основной части водохранилища (13.3—17.7%) в отличие от Волжского (4.3%) и Камского (6.4%) плесов, где сохраняются условия, более близкие к речным, позволяет связать выявление характеристики строения глоточного аппарата и степени генетической изменчивости с предположением В. М. Володина (1981) о наличии в бассейне Волги двух форм леща (речного и озерного), по-разному реагирующих на изменения среды и обладающих различным набором биологических признаков.

Речной лещ, условия обитания которого изменились незначительно, представлен в основном гомозиготными, наиболее приспособленными к речным условиям особями. Об этом косвенно свидетельствует его высокий темп роста (рис. 50).

Рост леща в Волжском плесе водохранилища в зависимости от мест нагула

Место лова	Глубина, м	Возраст, годы								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Русло	18—20	6.2	14.6	18.9	21.7	24.5	26.1	—	—	—
Пойма	8—11	5.7	12.5	15.7	17.8	20.7	22.9	—	—	—
Русло	15—18	5.1	12.0	15.8	18.3	21.6	24.1	25.9	28.2	29.4
Пойма	8—12	5.5	11.5	14.3	16.3	19.7	22.3	23.7	26.0	27.7

Лещ второй группы представлен преимущественно гетерозиготными особями с высоким уровнем изменчивости. И эта часть популяции находится в стадии приспособления к резко отличным от бытовых условиям озеровидных плесов. Вполне естественно, что озерный лещ на этом этапе находится в несколько угнетенном состоянии (в частности, у него замедлен темп роста).

С образованием водохранилища, и особенно в первые годы, резко возрос темп роста леща по всем возрастным группам (Поддубный, 1959; Лукин, Разинов, 1958; Гайнцев, 1958). В процессе фор-

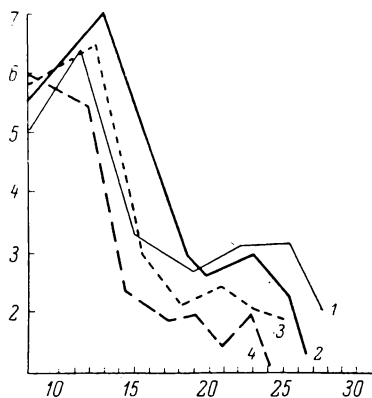


Рис. 50. Рост леща в различных локальных стадах (по: Цыплаков, 1972).

Стадо: 1 — кажское, 2 — волжское, 3 — ульяновское, 4 — ундорское. По оси ординат — прирост длины тела, см; по оси абсцисс — длина рыбы, см.

мирования водохранилища, в зависимости от состояния кормовой базы и местных изменений степени проточности, рост менялся. С вступлением водохранилища во второй этап формирования, когда наблюдалось общее резкое падение биомассы бентоса, рост бентофагов и, в частности леща, замедлился (Шаронов, 1968б; Цыплаков, 1972). Однако на русловых участках, где, видимо, нагуливаются особи речной формы леща, рост постоянно оказывается выше, чем на пойме (табл. 51).

Ухудшение роста леща в 60-е годы сказалось на размерах и возрасте созревания производителей. Лещ первых высокоурожайных водохранилищных поколений вступил в нерестовое стадо очень поздно (Цыплаков, 1972), тогда как особи доводохранилищных поколений, попав в благоприятные условия при заполнении, напротив, созрели раньше (Шаронов, 1968б). Со стабилизацией

условий на третьем этапе формирования водохранилища средняя длина и масса производителей несколько возросли (Цыплаков, 1972).

Известно (Шаронов, 1968б), что в молодой части популяции леща до 6-летнего возраста самцы обычно численно преобладают над самками, далее устанавливается относительное равновесие, а в возрасте 8 лет и старше самок в 1.5—2 раза больше, чем самцов. Таким образом, в популяции, где воспроизводство идет интенсивно, удельный вес самцов выше. В настоящее время соотношение в популяции самцов и самок примерно одинаково, но в Волжском плесе доля самцов выше, чем в нижележащих плесах, что еще раз свидетельствует о лучших условиях воспроизводства вида в верхней части водохранилища.

Параллельно с ухудшением роста снижалась и плодовитость леща. Например, у рыб размером 29—44 см абсолютная плодовитость в 1961 г. равнялась в среднем 117 тыс. икринок, в 1963 г. — 104, в 1964 г. — 96, в 1965 г. — 87 тыс. икринок.

У медленно растущих особей происходит уменьшение размеров икринок, ухудшение их качества (Володин, 1961; Цыплаков, 1972), но количество икринок на 1 г массы тела выше, чем у быстро растущих особей с высокой плодовитостью, т. е. и у озерной, и у речной форм леща в водохранилище потенциальные возможности воспроизводства могут быть примерно одинаковы. Однако их реализация у озерного леща ниже.

Плотва настолько обычна и многочисленна, что, по классификации П. А. Дрягина (1961), этот водоем относится к типу лещово-плотвичных. В доводохранилищный период плотва на Средней Волге была также многочисленна. Годы заполнения водохранилища для нее как фитофила были исключительно благоприятными. За счет первых поколений создавалась мощная современная популяция.

Неблагоприятный уруженный режим в водохранилище в последующие годы не так сильно сказался на численности плотвы. Экологическая пластичность позволяет этому виду достаточно эффективно использовать для размножения самые различные условия. Плотва в водохранилище распространена повсеместно.

Покولения 1956—1957 гг. в первое десятилетие играли довольно заметную роль в популяции плотвы (рис. 51). В дальнейшем величина ежегодного пополнения стабилизировалась на среднем уровне. На основании существенных различий темпа роста, упитанности и других биологических показателей следует различать 4 территориальные группировки плотвы — приплотинную, усинскую, черемшанскую и сусканскую (Чикова, 1975).

В водохранилище плотва откладывает икру как на мелководьях, так и на открытых участках на глубине до 6 м (Чикова, 1966; Цыплаков, 1972). Используются всевозможные субстраты — ветви затопленных деревьев и кустарников, корни, прошлогодняя и свежая трава, пни, прибитые к берегу ветки и щепки, есть случаи нахождения икры на ставных капроновых сетях. Исполь-

зуются и искусственные нерестилища из сосновых веток, выстав-
ляемые для ценных рыб, которые от поверхности до глубины 2.5—
3 м бывают усыпаны икрой плотвы. Независимо от субстрата
и глубины икра развивается нормально.

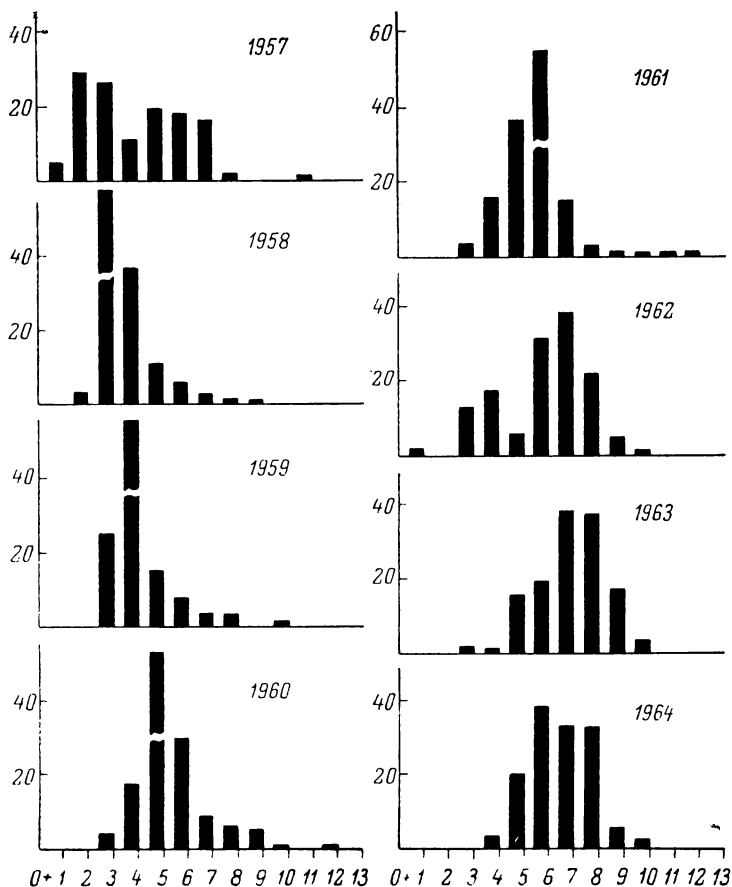


Рис. 51. Динамика возрастного состава популяции плотвы.

По оси ординат — число особей, %; по оси абсцисс — месяцы.

Численность плотвы в уловах неуклонно увеличивается. В верх-
ней части водохранилища уловы значительно меньше, чем в ниж-
ней, да и товарное качество плотвы сусканской и усинской груп-
пировок выше (Чикова, 1975). Плотва придерживается мелковод-
ной зоны, где весной образует большие скопления, состоящие
из крупноразмерных особей (Цыплавов и др., 1974). Причем
с образованием водохранилища улучшился темп роста плотвы
и плодовитость (Чикова, 1966), а сроки созревания сократились
примерно на 1 год. Самцы созревают в 2, самки — в 3 года. В со-

став нерестовой популяции входят самцы в возрасте 2—7 лет и самки — 3—9 лет.

В водохранилище плотва имеет большое значение как один из немногих потребителей дрейссены, продукция которой в водохранилище в 20—30 раз выше, чем остального бентоса (Яковлева,

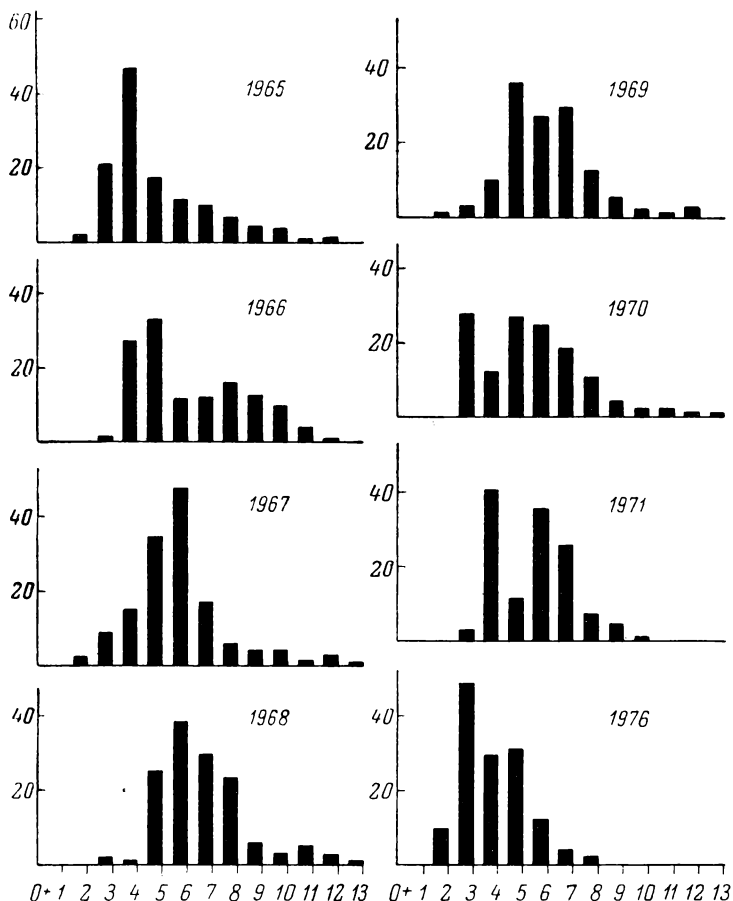


Рис. 51 (продолжение).

1978). Плотва, длиной 18 см, уже начинает потреблять этого моллюска. Если летом в состав пищи плотвы входит планктон, насекомые, водоросли, то в сентябре, когда интенсивность питания снижается, доминирует дрейссена.

Густера вместе с плотвой составляет основу промысловой группы рыб, называемой «мелкий частик». Численность густеры на Средней Волге была высокой, а с образованием водохранилища увеличилась еще больше и продолжает расти из года в год, уско-

рилось созревание, а плодовитость значительно снизилась по сравнению с речными условиями (Чикова, 1966).

Биология густеры, ее распределение в водохранилище во многом сходны с описанными для леца и плотвы. Густера отличается

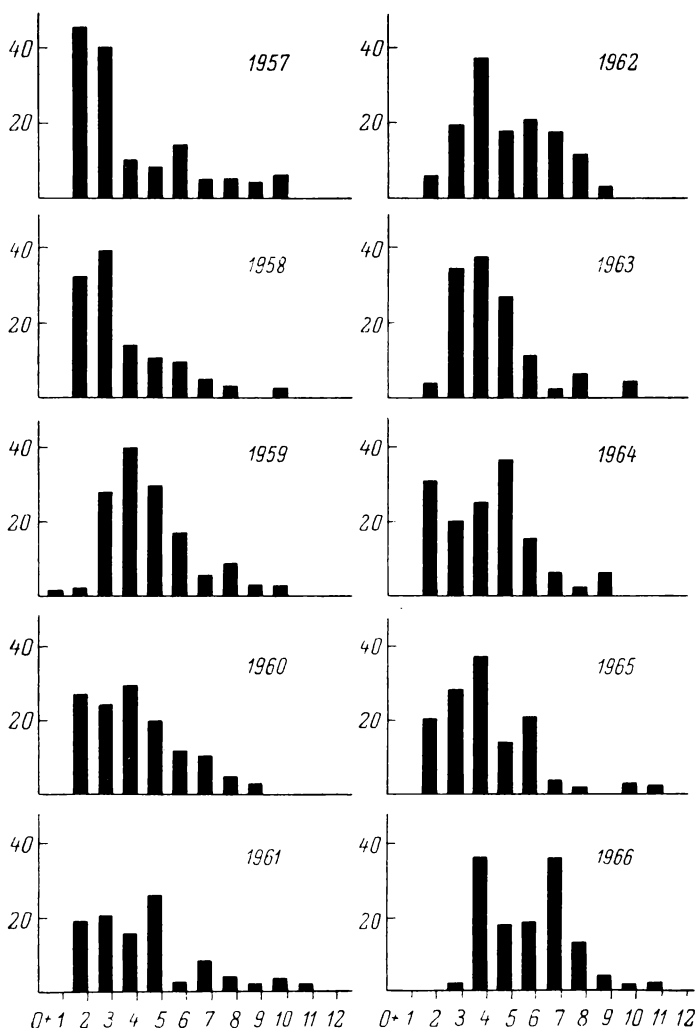


Рис. 52. Динамика возрастного состава популяции судака.
Обозначения те же, что на рис. 51.

большой экологической пластичностью и широко распространена по водохранилищу, но наибольшие ее уловы приходятся на низовья Волжского, Волго-Камский и Камский плесы. В этих рай-

онах условия воспроизводства наиболее благоприятны по уровню и температурному режимам, но густера в отличие от леща^а и плотвы не нерестится на глубоких местах.

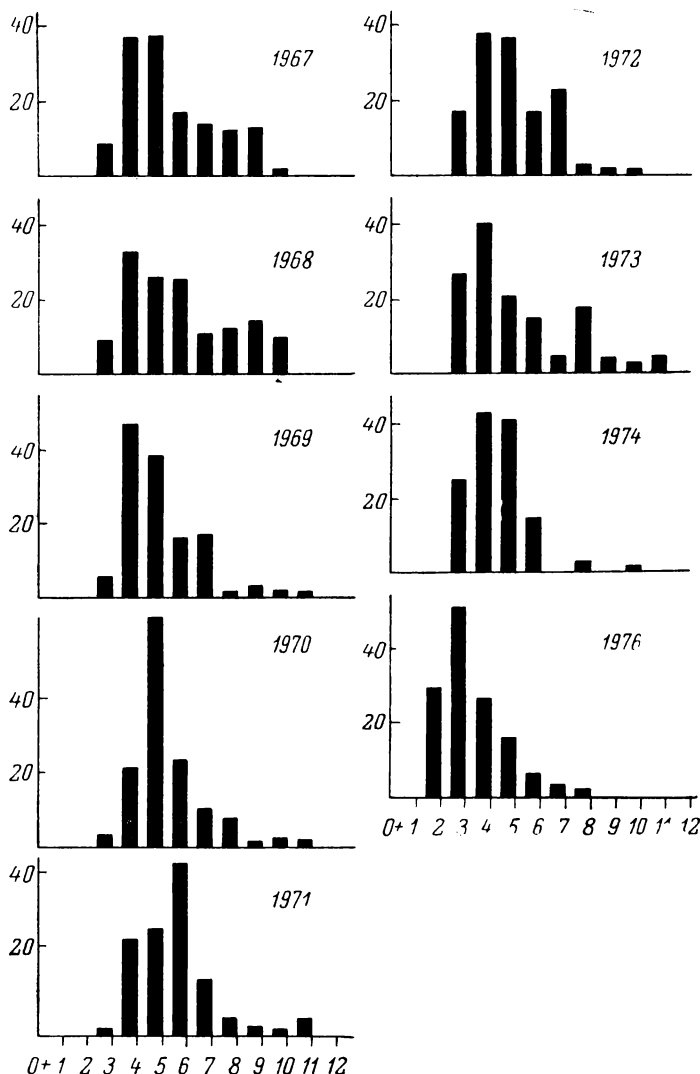


Рис. 52 (продолжение).

Нерест проходит, как правило, на прибрежных мелководьях примерно в те же сроки, что и у леща. В результате колебания уровня воды много икры обсыхает и погибает, но часть ее откладывается на прибитые к берегу плавучие предметы (щепки, ветки), которые при понижении уровня воды сносятся в открытую часть,

где икра успешно развивается. Кроме того, у густеры икрометание порционное, хотя количество производителей, имеющих вторую порцию икры, в последнее время снижается (Чикова, 1966), и нерест сильно растянут. В водохранилище густера — один из немногих потребителей дрейссены.

Сазан — одна из наиболее ценных рыб Средней Волги. От других ценных представителей местной ихтиофауны он выгодно отличается высоким темпом роста и потреблением моллюсков, продукция которых недоиспользуется. Доля сазана в проектных уловах Куйбышевского водохранилища должна была составить 15%, однако до сих пор запасы его невелики и заметной роли в промысле он играть не может (Яковлева, 1978).

Отсутствие заливных лугов, слабое развитие высшей водной растительности и неблагоприятный уровенный режим, ведущий к массовой гибели молоди при осыхании мелководий в зимний период, затрудняют естественное воспроизводство сазана в водохранилище (Гусева, Шаронов, 1962; Шаронов, 1968б; Лукин, 1972; Осипова, 1978, и др.). Положение усугубляется еще и тем, что из-за нестабильности уровня воды весной сазан нерестует поздно и в зимовку молодь уходит недостаточно окрепшей.

В 1956—1957 гг. сазан дал хорошее пополнение, несмотря на значительную гибель молоди в результате зимних заморозов (Осипова, 1978). В дальнейшем положение резко ухудшилось. В настоящее время малочисленные группировки сазана встречаются в основном в заливах водохранилища (Свияжский, Меша, Майна, Сускан, Черемшан, Уса), в верховьях которых он находит более или менее благоприятные условия для размножения и нагула молоди.

Однако и здесь из-за неблагоприятного уровенного и температурного режимов самки часто успевают отложить только одну порцию икры, вместо двух-трех возможных.

В последние годы отмечены случаи нереста сазана при более низкой температуре воды. Икрометание начинается в более ранние сроки на глубинах от 0.7 до 2.0 м. В результате нагульный период у молоди удлиняется, и это благоприятно сказывается на ее выживании во время зимовки (Осипова, 1978).

Судак при малочисленной исходной популяции в благоприятный период заполнения водохранилища дал мощное пополнение (Хузеева, Гончаренко, 1972). Уловы сеголетков в водохранилище в 1956 г. оказались в 10—15 раз выше, чем на Средней Волге в урожайном 1955 г. Даже в Волжском речном плесе, где условия практически не отличались от речных в 1956 г., нерест прошел более успешно (Поддубный, 1959).

Позднее особо благоприятные условия для воспроизводства вида возникали нечасто и темп нарастания его численности замедлился. Судак размножается как на открытых глубоководных участках, так и в мелководных бухтах и заливах на различных биотопах. Он менее требователен к субстрату, чем другие фитофилы, и благодаря этому мало подвержен пагубному влиянию колебаний уровня воды водохранилища. При высоком уровне воды

судак нерестится в основном на прибрежных участках с залитой луговой жесткой растительностью, а в годы с низким уровнем икра откладывается им в сублиторали на залитый кустарник или даже прямо на грунт (Чикова, 1963, 1966). О достаточно эффективном ежегодном нересте и выживании молоди свидетельствуют данные многолетней динамики возрастной структуры популяции судака (рис. 52).



Рис. 53. Распределение судака.

Заштрихованы зоны относительно повышенной концентрации.

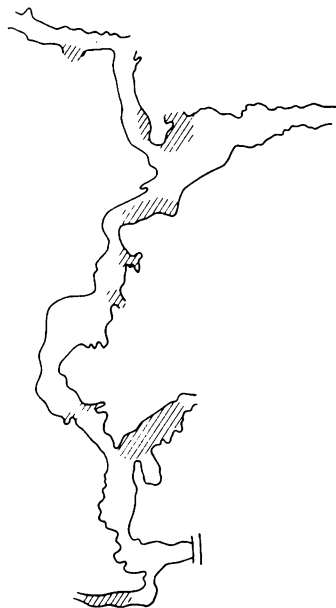


Рис. 54. Нерестилища тюльки.

В последнее десятилетие значительно возросла его абсолютная плодовитость, что, по-видимому, связано с улучшением условий нагула. Молодь судака хорошо обеспечена пищей благодаря обилию зоопланктона (Чернышева, Соколова, 1960, 1964). В желудках сеголетков встречаются акклиматизированные мизиды (Егерева и др., 1972). В питании судака в возрасте старше сеголетка всегда основную роль играли малоценные виды рыб — укляя, ерш, окунь. В последние годы его основным пищевым объектом стала тюлька

Больших отличий в росте судака р. Волги и Куйбышевского водохранилища в первые годы не наблюдалось. В дальнейшем темп роста начинал увеличиваться, и в настоящее время у рыб старше 4-летнего возраста показатели массового и линейного роста несколько выше, чем были на Средней Волге до зарегулирования (Шаронов, 1963; Хузеева, Гончаренко, 1972).

Наиболее благоприятные условия для судака сложились в речных Волжском и Камских плесах, в озерном Ундорском расширении, Черемшанском и Усинском заливах. Здесь постоянно наблюдается повышенная концентрация особей вида (рис. 53) из сформировавшихся в данных районах относительно обособленных локальных стад.

Берш на Средней Волге составлял в уловах от 0.4 до 1.8% (Логашев, 1933). С образованием водохранилища численность его стала нарастать.

Промысловой статистикой уловы берша отражены слабо, так как обычно крупные особи сдаются рыбаками как судак, а средне-размерные объединяются в одну категорию с мелким частиком (Браславская, 1972). Но даже при этом учете уловы берша в водохранилище лишь незначительно отстают от уловов судака.

Как и у большинства рыб водохранилища, у берша наблюдаются колебания численности, обусловливаемые неодинаковой эффективностью размножения в разные годы. Берш в основном размножается в верховьях заливов, откладывая икру на остатки затопленной растительности, и нерестится примерно в те же сроки и в тех же местах, что и судак, однако у части самок наблюдается порционное икрометание, за счет чего нерест берша растянут. Берш более требователен к нерестилищам, чем судак (Чикова, 1963, 1966). В стадах берша также нет какого-либо одного преобладающего поколения, что свидетельствует об относительной стабильности условий его воспроизводства. Урожайность молоди в отдельные годы достаточно высока, и по количеству в общих уловах мальковыми орудиями лова она составляет от 5 до 12% (Кузнецов, 1978).

В водохранилище берш созревает в возрасте 3—4 лет при длине тела 17—19 см (Чикова, 1966; Браславская, 1972). Обычно размеры нерестующих самок колеблются в пределах 27—37 см, самцов — 23—31 см. В условиях водохранилища по сравнению с речными снизились показатели порционности икрометания и плодовитости берша. На Средней Волге вылавливался берш длиной 34 см (Шмидтов, 1953), а в водохранилище сейчас встречаются особи длиной до 60 см.

Темп роста молоди берша иной, чем у других хищников, и в 1-й год жизни она питается преимущественно зоопланктоном и личинками хирономид. Начиная с 2-летнего возраста основным объектом питания берша является тюлька, а в последние годы и бычок-пуголовка, численность которого также заметно увеличивается. В уловах берша встречаются особи в возрасте до 10 лет. Распространен берш в водохранилище повсеместно и выполняет важную биомелиоративную роль.

Окунь в наибольших количествах встречается в нижней части водохранилища, где образует четыре локальных стада (усинское, сусканское, черемшанское, приплотинное), особи которых отличаются как по биологическим, так и по морфологическим показателям (Чикова, 1973, 1975).

Окунь не принадлежит к ценным промысловым видам и, хотя в водохранилище он стал расти значительно лучше (Чикова, 1966), основу популяции составляют некрупные особи массой 60—150 г (Чикова, 1973). Отдельные экземпляры достигают 35 см длины и весят 1 кг (Чикова, 1970).

Экологическая пластичность окуни позволяет ему поддерживать численность популяции на высоком уровне. В отдельные годы его молодь многочисленна. У окуня нет приуроченности к определенному типу нерестилищ. Икра откладывается на затопленных кустах, кочках с прошлогодней и свежей растительностью или просто в углублениях грунта, преимущественно на защищенных от волн мелководьях. Может он нерестоваться и на глубине до 5 м, о чем свидетельствуют случаи обнаружения икры на ставных сетях (Чикова, 1966). В водохранилище наблюдается некоторое уменьшение плодовитости окуня по сравнению с речными условиями (Чикова, 1966).

По характеру питания окунь относится к факультативным хищникам. Молодь питается почти исключительно зоопланктоном. У рыб длиной 10—18 см в состав пищи входят бентические организмы и молодь рыб, а в пище крупных особей (длиной 26—28 см) преобладает рыба (Чикова, 1970).

Синец на Средней Волге составлял в промысловых уловах до 16 % (Логашев, 1933). Как и многие другие фитофилы, в годы заполнения водохранилища он дал две мощные генерации, которые долгое время составляли основу численности его популяции (Шаронов, 1962). Но в дальнейшем благоприятные годы выдавались нечасто, и численность синца снизилась, несмотря на хорошую обеспеченность пищей. Оказалось (Шаронов, 1962), что синец больше других карповых подвержен негативному влиянию колебания уровня в весенний период и его большой зимней срабтки.

Синец откладывает икру в основном на мягкую свежую растительность на глубине 50—60 см (Чикова, 1966), а такие нерестилища в водохранилище невелики по площади и заливаются не ежегодно. В речных условиях темп роста и плодовитость синца были сравнительно низкими (Чикова, 1966). В водохранилище они значительно улучшаются, что отмечено и для других искусственных водоемов (Поддубный, 1959).

Основные скопления синца находятся в Волжском плесе, Черемшанском и Сусканском заливах (Махотин, 1972). В нижней части водохранилища синец растет значительно лучше, чем в верхней, более проточной.

Синец как стайный пелагический планктофаг — желательный компонент ихтиофауны. По некоторым расчетам (Пидгайко, 1978) за счет использования резерва зоопланктона в Куйбышевском водохранилище дополнительная рыбопродукция за счет синца может достигнуть 15—20 кг/га, в то время как сейчас она менее 7 кг/га.

Чехонь потребляет зоопланктон пелагиали, недоиспользуемый другими местными видами рыб, и служит важным компонентом ихтиофауны водохранилища.

Численность чехони в водохранилище начала увеличиваться с 1963 г., и сейчас пополнение запасов стада идет быстрыми темпами (Сильченко, Калманович, 1972). Уровенный режим существенного влияния на развитие икры чехони не оказывает; как пелагофил она освоила для размножения все сохранившиеся проточные участки водоема.

Темп роста и показатели ее плодовитости в водохранилище выше, чем в реке (Поддубный, 1959; Чикова, 1966). Причем рост был наилучшим в первые годы, а затем снизился, хотя и оставался выше, чем был в реке (Сильченко, Калманович, 1972). Особенно значительно возросла популяционная плодовитость чехони, что говорит о высокой воспроизводительной способности ее стада.

В верхней, более проточной части водохранилища чехонь находит гораздо более благоприятные условия для размножения и нагула, больше здесь и молоди (Сильченко, Калманович, 1972).

Тюлька — пресноводная форма каспийской *Clupeonella delicatula caspia* (Svetov) (Шаронов, 1968а) — появилась в водохранилище в 1964 г. как стайная пелагическая рыба и типичный планктофаг она в короткий срок заселила весь водоем, достигнув высокой численности. Сейчас тюлька абсолютно доминирует в пелагиали. Наибольшие ее скопления наблюдаются в заливах, где за 5 мин траления пелагическим мальковым тралом вылавливается до 10 тыс. экз.

В водохранилище тюлька освоила все биотопы пелагиали и, несмотря на различия между многими участками, образовала ряд морфологически и биологически отличных локальных стад (рис. 54), тяготеющих к своим нерестилищам. Уже к 1968 г. у тюльки четко выделялись восемь локальных стад (Чикова, 1975). Дальнейшее развитие популяции привело к тому, что морфологические различия между стадами несколько сгладились.

Тюлька Куйбышевского водохранилища резко отличается от исходной формы. Наиболее ярко это проявляется в уменьшении количества жаберных тычинок, увеличении высоты головы, размера глаз. Тюлька северных частей ареала (речные плесы) образует более короткоцикловые популяции, но отличается более интенсивным ростом, высокой плодовитостью. Упитанность тюльки по районам существенно не отличается и колеблется в пределах 0.6—1.8 по Фультону; упитанность самок несколько выше, чем самцов (Пушкин, Антонова, 1977).

Снеток попал в Куйбышевское водохранилище из Горьковского (Шаронов, 1968в). В первые годы воспроизводства его в водохранилище не отмечалось. В настоящее время существует три локальных стада снетка, которые приурочены к эстуарным участкам рр. Цивиль, Красная, Черемшан (Чикова, 1975). В Куйбышевском водохранилище снеток характеризуется хорошим рос-

том и упитанностью, но значительной численности не достигает из-за неблагоприятного температурного и уровня режимов.

Звездчатая пугловка завезена в водохранилище при акклиматизационных работах с ракообразными (Гавлена, 1973). Этот бычок стал обычным компонентом ихтиофауны батiali почти на всем протяжении водоема.

Видимо, одновременно с пугловкой попал в водохранилище и распространился в нем **бычок-кругляк**. Изредка встречается в водоеме **морская игла** (Шаронов, 1968в).

Стерлядь, численность популяции которой здесь значительно больше, чем в других водоемах Волжского каскада, занимает особое место в ихтиофауне водохранилища. В первый год залития водохранилища размножение стерляди было очень эффективным, и в водоеме появилось много молоди. В последующие годы благоприятные условия складывались реже (Васянин, 1972).

Наиболее благоприятные условия для размножения стерляди в водохранилище складываются в многоводные годы, когда все плесы «промываются» мощным потоком воды. Нерестилища стерляди располагаются на песчано-галечниковых россыпях коренного русла и притоков. Нерест проходит в период весеннего половодья. Икра приклеивается к субстрату, выклюнувшиеся личинки до перехода на активное питание обитают между камнями или галькой. В водохранилище, где интенсивно проходит процесс седиментации, такие условия в основном сохранились в верхней речной части.

Заиление нерестилищ приводит к гибели икры и личинок, и оптимальные условия стерлядь находит лишь в местах с достаточно сильным течением. Для равнинных водохранилищ пороговая скорость течения, при которой начинается выпадение взвесей, равная 0.5 м/с, превышает, кроме речной части, только в Тетюшском сужении водохранилища, хотя в начальный период высокие скорости течения сохранялись в районах Ульяновска, Шиловки, Новодевичья. В этих местах отмечались значительные скопления разновозрастной стерляди (Поддубный, 1959; Шаронов, 1962). В последующие годы скопления стерляди обнаруживаются только выше г. Тетюши, а в нижней части водохранилища вылавливаются лишь единичные экземпляры. В наших опытных уловах 1978—1980 гг. в районе Новодевичья, заливов Сускан и Ахгуши попадала молодь стерляди размером 20—30 см.

Исследованиями А. В. Лукина (1947) установлено, что стерлядь на Средней Волге не совершает значительных миграций, образуя локальные группировки. В начальный период существования водохранилища такие группировки сохранялись, по-видимому, в районах устья р. Свияги, у с. Красновидово, в устье Камы, у г. Тетюши и сел. Ундоры, Шиловка, Новодевичье (Поддубный, 1959).

У многих рыб процесс созревания, по сравнению с тем что был в реке, затягивается. У части особей половые продукты не успевают полностью развиваться в обычные сроки. Эти рыбы или

нерестуют позже и эффективность их нереста невелика, или принимают участие в размножении через год.

Запасы других реофилов в водохранилище минимальны. Лишь в некоторых притоках сохранились небольшие популяции форели, голавля, гольца, подуста и пескарей, биология которых не изучена.

Среди новых для водохранилища видов рыб, появившихся здесь в результате направленной деятельности человека, следует указать угорь, белый амур, пелядь, 2 вида толстолобиков. Натурализация их в водоеме невозможна, но условия для нагула и зимовки, видимо, достаточно благоприятны, и при постоянном пополнении выращенной молодью взрослые особи этих видов могут иметь промысловое значение.

Основу ихтиофауны водохранилища образуют рыбы понто-каспийского пресноводного и бореального равнинного фаунистических комплексов, обладающие достаточно широким спектром адаптации к новым экологическим условиям и эврибионтностью (Кузнецов, 1978). Формирование рыбного населения водоема продолжается в направлении внутрипопуляционной дифференциации территориально обособившихся группировок особей вида. Эта дифференциация в какой-то степени компенсирует негативное воздействие на ихтиофауну в целом свойственных водоему, лимитирующих воспроизводство и рост особей, факторов среды, однако, не исключает его полностью. Поэтому многократного увеличения плотности рыбного населения здесь, как и в других искусственных водоемах, достичь без коренной реконструкции экосистемы в ближайшем будущем не представляется возможным.

Нельзя ожидать сколько-нибудь заметного эффекта в этом направлении и за счет интенсификации акклиматизационных работ, так как практически все бывшие ранее свободными экологические ниши водоема уже заняты.

Вместе с тем существующая в водохранилище ихтиофауна при выполнении комплекса поддерживающих и рыбоохранных мероприятий, необходимых для рыбного хозяйства общего типа (Никольский и др., 1976), способна обеспечить здесь более высокий и стабильный сьем рыбной продукции.

ПАЗАРИТОФАУНА РЫБ

Паразитофауна рыб Волги в районе Куйбышевского водохранилища до его образования исследовалась многими специалистами (Липин, 1910, 1922; Скрябин, 1924; Карохин, 1933, 1935; Туйст, 1951; Кошева, 1955; Изюмова, Шигин, 1958). Наиболее полное представление о зараженности рыб паразитами на этом участке Волги дается в двух последних работах.

Исследования паразитофауны рыб водохранилища начались с первых же дней образования нового водоема. Они проводились в двух плесах: Волжском и Новодевиченском (Кошева, 1961, 1964, 1965, 1968; Вагин и др., 1966; Любарская, 1968; Черенкова, 1968; Изюмова, 1977). Исследовано 22 вида рыб — стерлядь,

щука, синец, красноперка, плотва, серушка, язь, жерех, линь, укляя, густера, лещ, белоглазка, чехонь, сазан, карась, сом, налим, судак, берш, окунь, ерш. Паразитофауна этих рыб представлена 170 видами. По систематическим группам паразиты распределяются следующим образом: Flagellata — 6, Sporozoa — 2, Chidosporida — 26, Ciliata — 12, Suctoria — 2, Coelenterata — 1, Monogenea — 37, Cestoda — 15, Trematoda — 28, Nematoda — 20, Acanthocephala — 7, Hirudinea — 2, Mollusca — 2, Crustacea — 10. Доминирующими видами здесь оказались представители лимнофильного комплекса, которые получили широкое распространение в результате общего процесса формирования всей экосистемы водоема.

Формирование паразитофауны рыб шло параллельно с процессом становления водохранилища. Здесь, как и в других водохранилищах, четко прослеживается замена реофильной фауны лимнофильной. Этот процесс растянут во времени (8—10 лет) и шел своеобразно в разных плесах водохранилища.

В Волжском плесе, где сохранился речной режим, наблюдается сочетание реофильных и лимнофильных элементов фауны. Здесь имеет место разнообразная паразитофауна. С одной стороны, сохраняются паразиты — реофилы — *Bucephalus polymorphus*, *Rhipidocotyle illense*, *Aspidogaster limacoides* и др., — с другой, в связи с резким сокращением численности реофилов — беспозвоночных (гаммарид, личинок стрекоз и поденок) — промежуточных хозяев многих паразитов рыб, практически исчезли целые группы паразитов. К ним относятся скребни, реофильные нематоды *Rhabdochona denudata*, *Capillaria brevispicula* и др. Наряду с этим широкое распространение получили виды лимнофильного комплекса — лигулиды, диплостомотиды и тетракотилиды. Метатеркарии рода *Cotylurus* поражают леща, ерша и судака на 100%. Они локализируются в мозгу, печени, сердце, перитонеуме, почках, мышцах. В мускулатуре отдельных лещей в пробе 1×1 см число цист с паразитами достигает 40—60 экз. В глазах лещей и плотвы (58.8—70.0%) встречается 28—40, а иногда и более личинок рода *Diplostomum*. Наблюдается значительная зараженность судака (*Phyllodistomum angulatum*). В почках и особенно в мочевом пузыре рыб встречается более сотни этих паразитов при экстенсивности заражения 80—90%. Весьма характерно, что лигулиды, широко распространенные в средней и нижней части водохранилища, в Волжском плесе встречаются относительно редко.

В Новодевиченском плесе видовой состав паразитов менее разнообразен по сравнению с Волжским плесом. Здесь явно преобладают представители лимнофильного комплекса. Многие реофильные виды очень редки или не встречаются совсем. Лимнофилы же нашли благоприятные условия для своего развития. Обилие зоопланктона, главным образом копепоид, наличие мелководий, где гнездятся чайковые птицы, привели к широкому распространению здесь лигулид — *Iigula intestinalis* и *Digramma interrupta*.

Увеличилось, по сравнению с тем что было в Волге, заражение щук *Triaenophorus nodulosus*. Резко возросла зараженность лещей представителями рода *Philometra* (Twaitia). Если в Волге процент заражения лещей составлял 10, то в водохранилище в 1973 г. — 65, а в 1979 г. — 100. Увеличение численности этих, очень патогенных гельминтов может привести к эпизоотии. У судака (86.6%) в кишечнике встречаются нематоды *Camallanus truncatus* (до 80—100 экз.), а в почках и мочевом пузыре — *Phyllodistomum angulatum* (90%). Характерно, что в Новодевиченском плесе, при наличии мелководий и заливов, а также гнездовый рыбадных птиц, метацеркарий родов *Diplostomum* и *Cotylurus* встречается реже, чем в Волжском плесе. Однако из года в год наблюдается тенденция увеличения их численности. Если *Diplostomum spataceum* у леща в 1962 г. встречался у 6.6% особей, то в 1973 г. — у 17.6, а в 1979 г. — у 26%, *Cotylurus pileatus* соответственно у 6.6, 41.1, 50%. Число паразитов в рыбах относительно невелико. В связи с увеличением биомассы олигохет из сем. Tubificidae возросла численность кариофиллид. В кишечнике лещей весной 1979 г. мы находили по 100 и более экз. *Caryophyllaeus laticeps*.

Распределение паразитов у различных видов рыб по отдельным плесам неравномерно. У промысловых и наиболее часто встречающихся рыб самая разнообразная и богатая видами фауна паразитов отмечена: у щуки — 36 видов, леща — 38, плотвы — 30, судака — 25, берша — 21, ерша — 31 вид. Многие паразиты встречаются единично, многие имеют такой цикл развития, при котором значительное время года рыбы остаются незараженными. Наряду с этим имеются паразиты, которые вызывают серьезные заболевания рыб и имеют важное эпидемиологическое значение.

ЭПИЗОТИЧЕСКОЕ И ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ПАЗИТОВ РЫБ ВОДОХРАНИЛИЩА

Ремнецы

Ligula intestinalis
(L., 1758),
Digramma interrupta
(Rud., 1810)

Паразитируют в брюшной полости карповых рыб — леща, плотвы, густеры, чехони, красноперки, уклей и др. Длина червей достигает 80—100 см, ширина до 1.8 см. Окончательные хозяева паразитов — чайковые птицы (рис. 55). Первые промежуточные хозяева — планктонные ракообразные — копеподы. Карповые рыбы служат вторым промежуточным хозяином. В полости тела рыб бывает по 1—7 экз. червей. Они сдавливают внутренние

органы рыб, оказывают отрицательное влияние на картину крови, упитанность, рост, углеводный и белковый обмен, развитие половых продуктов. При значительном заражении рыб наблюдается частичная или полная кастрация их. Эти паразиты представляют наибольшую опасность для рыбного промысла водохранилища.⁵

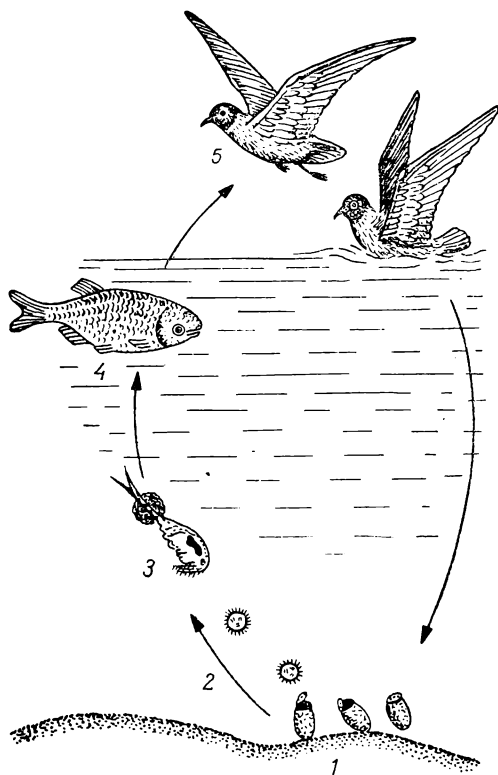


Рис. 55. Цикл развития ремнецов.

1 — яйцо, 2 — корацидий, 3 — циклоп — первый промежуточный хозяин, 4 — рыбы — второй промежуточный хозяин, 5 — чайки — окончательные хозяева ремнецов.

Если в Волге до зарегулирования лигулиды встречались крайне редко, то в водохранилище они получили широкое распространение. В 1979 г. специальная комиссия Министерства рыбного хозяйства СССР провела всестороннее обследование карповых рыб в Новодевиченском плесе, Черемшанском, Сусканском и Усинском заливах. Было установлено, что у леща, плотвы, чехони и густеры встречаются ремнецы 2 видов. У леща — *Digamma interrupta* и *Ligula intestinalis*. У плотвы, чехони и густеры — *L. intestinalis*. Наибольшее распространение из них имеет *Digamma in-*

⁵ Для человека эти паразиты не опасны.

Т а б л и ц а 52

Заражение леща лигулидами в различных участках водохранилища

Место лова	Орудия лова	Число рыб		Процент заражения	Интенсивность заражения
		вскрытых	зараженных		
Устье Черемшанского залива	Невод	614	126	20.5	1—11
Сусканский залив	То же	46	22	47.9	1—3
	Трал	113	10	8.8	1—2
	Сети	85	8	9.4	1—3
Усинский залив	Трал	76	4	5.1	1—2
	Сети	36	0	0	0

Т а б л и ц а 53

Зараженность различных возрастных групп леща, отловленного разными орудиями лова

Длина рыб, см	Возраст, годы	Невод		Трал		Сети	
		число вскрытых рыб	% зараженности	число вскрытых рыб	% зараженности	число вскрытых рыб	% зараженности
8—14	2	230	18.6	9	1	5	0
15—16	3	16	18.7	15	0	2	0
17—18	4	26	50.0	11	0	6	1
19—23	5	159	27.6	153	9.7	49	10.2
24—26	6	106	18.8	24	4.1	28	0.5
27—28	7	28	28.5	12	0	7	1
29—32	8	59	22.2	36	8.3	10	0
33—35	9	11	36.3	19	0	5	0
36—38	10	13	0	15	6.6	2	0
39	11	17	0	2	0	2	0
40—41	12	4	0	5	0	1	0

terrupta. Из 4 указанных видов рыб, подверженных заражению лигулидами, наиболее инвазированным оказался лещ. Общий процент его заражения по всем возрастным группам составляет 16.3, густеры — 6.6, чехони — 3.3, плотвы — 1.0. Распространение леща, пораженного лигулидами, в водохранилище неравномерно (табл. 52).

В процессе исследования было показано, что зараженность различных возрастных групп леща неодинакова. Для выявления паразитологической ситуации на водоеме необходимо использовать разные орудия лова. В зависимости от применяемых орудий лова количественные показатели инвазии значительно меняются (табл. 53).

Наибольший процент заражения леща приходится на возраст от 4 до 9 лет, что соответствует размерам рыб от 17 до 35 см. Од-

нако наибольшее опасение вызывает зараженность лещей при размерах 8—18 см в возрасте 2—4 года. Такие рыбы наиболее доступны для чаек — окончательных хозяев ремнецов, здесь паразиты завершают свой цикл развития.

Нами было проведено специальное обследование леща в мае и сентябре 1979 г. в районе Автограда. Материал добывался закидным неводом и тралом. Лещи размером 11.5—16.0 см заражены ремнецами на 20.4%, 15.1—23.4 — на 40.8, 23.5—30.0 — на 12.0%. Интенсивность заражения не превышала 2—3 гельминтов в одной рыбе.

В целях борьбы с лигулидами в водоеме Н. Н. Сафонов, Ю. С. Донцов, В. П. Ясюк и В. С. Гаврилов предлагают проведение интенсивного мелиоративного отлова зараженного леща, главным образом весной, в местах его концентрации (в Черемшанском, Сусканском и Усинском заливах).

Диплостоматиды

Diplostomatidae Poirier, 1886

Мелкие черви размером до 0.5 мм вызывают паразитическую катаракту; встречаются в хрусталике и стекловидном теле глаз многих видов рыб. Это личинки-метацеркарии трематод, окончательными хозяевами которых служат рыбацкие птицы, преимущественно чайковые. При значительной интенсивности инвазии происходит помутнение хрусталика. Зараженная рыба теряет ориентацию, не питается и погибает или служит добычей птицам. В водохранилище, особенно в Волжском плесе, до 70% лещей и плотвы поражены диплостоматидами. Здесь встречаются лещи с помутневшими хрусталиками. Число паразитов в хрусталике отдельных рыб достигает 40 и более экземпляров. Пораженные рыбы отстают в росте, имеют плохую упитанность. Особенно страдает от паразитов молодь рыб. Личинки и мальки рыб, пораженные паразитами и их личиночными формами — церкариями, погибают в большом количестве. К сожалению, очень трудно установить истинный ущерб, приносимый рыбному хозяйству этими гельминтами.

Филометры

Thwaitia (Philometra) ovata (Zeder, 1803)

Филометры — круглые черви, паразитирующие в полости тела, плавательном пузыре, кишечнике, в чешуйных кармашках карповых рыб. Самки достигают 90—160 мм в длину, кроваво-красного цвета. Самцы мелкие, 0.15—3.5 мм. Развитие паразитов связано с планктонными ракообразными — копеподами.

В Куйбышевском водохранилище, особенно в Новодевиченском плесе, из года в год происходит нарастание численности *Thwaitia*

ovata. Заражен лещ, реже — плотва. Личинки и самцы паразитов концентрируются в полости тела и плавательном пузыре рыб. В плавательном пузыре лещей число самцов *Thwaitia*, по нашим данным, достигает 7—18 экз. К. О. Висманис (1966) установил,

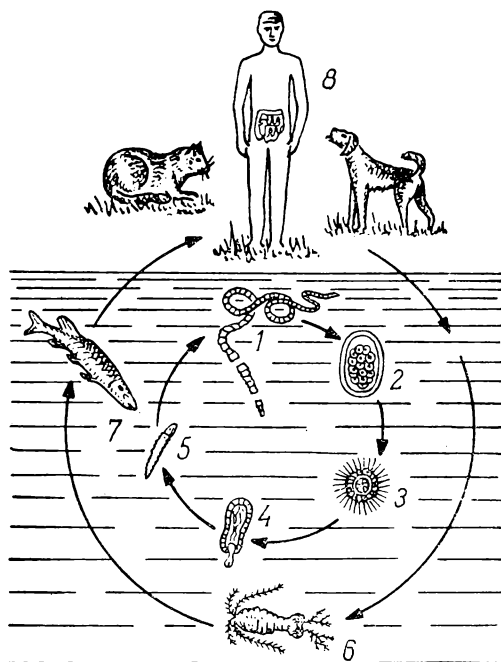


Рис. 56. Цикл развития широкого лентеца.

1 — половозрелый червь, 2 — яйцо, 3 — корацидий, 4 — процеркоид, 5 — плероцеркоид, 6 — циклоп, 7 — щука, 8 — человек, кошка, собака — окончательные хозяева лентеца.

что личинки другой филометры — *Philometroides lusiana* при интенсивности инвазии 5—9 экз. приводят к гибели мальков карпа. Гибель рыб наступает в результате нарушения функции плавательного пузыря. Можно предположить, что самцы и личинки *Th. ovata* также могут быть причиной гибели молоди леща. Однако установить размеры этой гибели очень трудно.

Дифиллоботриоз

Diphyllobothrium latum
(L., 1758)

Diphyllobothrium latum (широкий лентец, рыбий солитер) — ленточные черви, опасные паразиты человека. Их личинки — плероцеркоиды, размером 1—2.5 см, встречаются в мускулатуре, икре, брыжейке, на стенках желудка многих хищных рыб, осо-

бенно часто у щуки. Развитие паразитов сложное и связано с двумя промежуточными хозяевами — планктонными копеподами и хищными рыбами (рис. 56). Окончательные хозяева паразитов — человек и плотоядные животные (собака, кошка, медведь и др.). Если человек съест недостаточно проваренную и прожаренную рыбу или слабо посоленную щучью икру, то плеро-

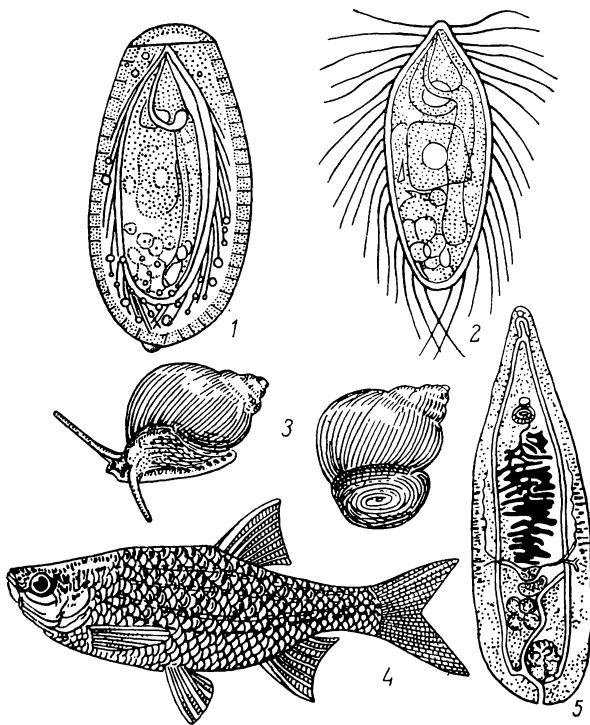


Рис. 57. Цикл развития кошачьей двуустки.

1 — яйцо, 2 — мирацидий, 3 — моллюски — первый промежуточный хозяин, 4 — рыбы — второй промежуточный хозяин, 5 — половозрелая двуустка из печени человека.

церкоиды превращаются в кишечнике человека в половозрелых ленточных червей. Длина их может достигать 10 и более метров.

Зараженность хищных рыб Волги плероцеркоидами *D. latum* была относительно невелика. Щука была поражена на 20% (Богданова, Никольская, 1965). В водохранилище произошло нарастание численности этих паразитов.

В Волжском плесе водохранилища, по данным О. Д. Любарской (1968), процент заражения щуки составляет 43.7, окуня — 8.0. У 4 из 6 налимов найдено от 1 до 18 плероцеркоидов. В Новодевиченском плесе щука заражена на 85.8, окунь — на 33.3% (Кошева, 1968). Эти данные должны быть использованы санитарно-эпидемиологическими станциями для проведения профи-

лактических и лечебных мероприятий, направленных на ликвидацию дифиллоботриоза среди населения. Весьма вероятно, что в районе Куйбышевского водохранилища имеет место природный очаг этого заболевания, так как Республиканская санитарно-эпидемиологическая станция Татарской АССР регистрирует случаи дифиллоботриоза у населения, живущего на берегах Куйбышевского водохранилища (Смирнова, 1970).

Описторхоз

Opisthorchis felineus
(Rivolta, 1884)

Opisthorchis felineus — кошачья, или сибирская двуустка, опасный паразит печени человека. Метацицеркарии (личинки) *O. felineus* паразитируют в мускулатуре многих карповых рыб. Они окружены плотной соединительнотканной оболочкой, имеют размеры от 0.2 до 0.4 мм. Цикл развития паразитов сложный. Окончательные хозяева — человек и плотоядные животные (рис. 57). Первые промежуточные хозяева — брюхоногие моллюски (*Bithynia leachi*), вторые — карповые рыбы (лещ, плотва, язь и др.). В Волге, в окрестностях г. Казани, эти паразиты встречались в мускулатуре плотвы, язя, быстрянки (Туйст, 1951). В водохранилище, в связи с резким изменением гидрологического режима, в первые годы существования нового водоема, практически исчезли моллюски *B. leachi*. В результате и в рыбах водохранилища в течение 15 лет метацицеркарии *Opisthorchis felineus* не регистрировались. В последние годы стали появляться сообщения о том, что в прибрежье водохранилища встречаются моллюски рода *Bithynia*.

Работники санитарно-эпидемиологических станций должны быть в постоянном контакте с паразитологами и следить за эпидемиологическим состоянием в водоеме.

Добыча рыбы в водохранилище осуществляется объединением «Татрыбпром», в состав которого входят Марийский и Чувашский рыбокомбинаты, объединением «Куйбышеврыбпром» и Ульяновским рыбокомбинатом. Эти рыбопромышленные организации облавливают водоем в пределах своих административных границ:

	Площадь водохранилища	
	тыс. га	%
Чувашская АССР	7.8	1.3
Марийская АССР	26.2	4.4
Татарская АССР	286.2	48.6
Ульяновская обл.	187.8	31.8
Куйбышевская обл.	82.0	13.9

Наибольшая площадь акватории водохранилища осваивается предприятиями Татарской АССР, где и добывается примерно половина всего объема вылавливаемой рыбы.

Т а б л и ц а 54
Количество орудий лова на водохранилище

Орудия лова	1976 г.	1977 г.	1978 г.	Среднее
Ставные сети	16471	15666	15190	15775
Сети плавные	445	396	198	347
Ловушки	3400	3580	3607	3529
Невода, во чокushi	2	5	5	6
Тралы	4	3	4	4

С первых лет промыслового освоения водохранилища и до настоящего времени основной лов осуществляется основными сетями и ловушками, причем последние применяются только в весенний период (табл. 54). Активные орудия лова используются в весьма ограниченном количестве. Разрешенные правилами рыболовства невода и волокуши часто снимаются с промысла в связи с большим приловом неполовозрелых особей ценных промысловых видов. Несколько ниже прилов маломерных рыб в траловых

уловах, но и здесь он значительно превышает нормативы, установленные существующими правилами. Из-за ограниченных возможностей применения тралов практически остаются неосвоенными промыслом открытые участки водохранилища, в которых в отдельные сезоны года создаются значительные концентрации промысловых рыб.

Для промысла мелкочастиковых видов применяются сети с ячейей 24—36 мм, крупночастиковые рыбы вылавливаются сетями с ячейей 65 мм и крупнее. Основная масса этих рыб добывается сетями с ячейей 65—70 мм и только для отлова сома в небольшом количестве выставляются сети с ячейей 100—120 мм. На промысле ставными сетями добывается свыше 90% всей рыбы.

Интенсивность облова водохранилища рыбопромышленными предприятиями автономных республик и областей весьма неодинакова:

	Число ставных сетей на 100 га
Чувашская АССР	3.1
Марийская АССР	0.4
Татарская АССР	2.1
Ульяновская обл.	4.8
Куйбышевская обл.	0.5
<hr/>	
В среднем по водохранилищу	2.7

Наибольшее количество сетей на единицу площади водоема приходится на Ульяновскую область, хотя рыбопродуктивность водохранилища в верхней его части значительно выше, чем в Ундорском или Ульяновском плесах, на которых ведет промысел рыбы Ульяновский рыбокомбинат.

Самые большие уловы на одну сеть характерны для верхней зоны водохранилища, где происходит наиболее интенсивное размножение рыб, позволяющее поддерживать их запасы на более высоком уровне. Особенно это относится к Волжскому плесу, промысел на котором ведут предприятия Чувашской, Марийской и частично Татарской АССР (табл. 55).

Т а б л и ц а 55
Годовые уловы на 1 сеть, ц

Административный район	1976 г.	1977 г.	1978 г.	Среднее
Чувашская АССР	10.9	19.4	5.1	11.8
Марийская АССР	10.0	6.2	13.0	9.7
Татарская АССР	2.4	3.3	5.0	3.6
Ульяновская обл.	2.5	2.0	2.1	2.2

Примечание. В таблицу не включены данные по Куйбышевской области, где вылов рыбы осуществляется в основном неводами и тралом.

Т а б л и ц а 56

Календарь промысла рыбы по кварталам года, %

Год	I	II	III	IV
1976	20.8	35.7	27.6	15.9
1977	11.7	38.7	36.1	13.5
1978	18.5	42.3	28.2	11.0
Среднее	17.0	38.9	30.7	13.4

Применение в основном пассивных орудий лова определяет календарь промысла (табл. 56). Больше всего рыбы добывается в периоды преднерестовый или интенсивного нагула (II—начало III квартала года). При этом в значительной степени не используются приросты ихтиомассы в текущем году, рыба вылавливается менее упитанной, что и приводит к снижению как уловов, так и качества товарной продукции. В преднерестовый период из ценных промысловых видов рыб добывается почти весь годовой улов щуки и значительное количество леща. Только уловы судака достаточно равномерно распределяются по сезонам года (табл. 57).

Т а б л и ц а 57

Календарь промысла ценных видов рыб по кварталам года, %

Вид	I	II	III	IV
Лещ	12.9	38.8	37.2	11.1
Судак	33.1	27.9	20.4	18.6
Щука	31.3	45.2	5.3	18.2
Всего:	19.1	37.5	29.8	13.6

Запасы малоценных рыб (плотвы и густеры) в Куйбышевском водохранилище используются еще недостаточно. При соотношении в водоеме промысловой ихтиофауны ценных и неохраняемых рыб как 39 и 61% доля последних в уловах составляет лишь 40—42%. Наиболее мощные скопления этих рыб наблюдаются в преднерестовый и нерестовый периоды (май—июнь). Специализированный вылов этих видов в период нереста за месяц промысла по средним многолетним данным составлял 36.3% (в отдельные годы 72%) годового объема.

С каждым годом все больше развивается на водохранилище любительское рыболовство. Проведенные авиаучеты, которыми

были охвачены все плесы водоема, показали, что зимой в будние дни на нем ежегодно бывает 2.4 тыс., а в выходные дни 4.4 тыс. рыболовов-любителей. В летний период в будние дни рыбачат в среднем 3.4 тыс. человек. В выходные дни количество рыбаков-любителей составляет 5.5 тыс. Данные по массовому опросу рыбаков помогли установить величину годового улова. В 1979 г. любителями было выловлено 26.2 тыс. ц рыбы. Промысловый улов в том же году составил 48.1 тыс. ц рыбы. Наибольшее количество рыбы вылавливается любителями летом (19.5 тыс. ц), причем летом основным объектом их промысла является лещ. В среднем зимой каждый рыболов за один выход вылавливает 1.5 кг рыбы, а летом — 3.2 кг. В зимний период объектами лова любителей служат малоценные рыбы — окунь, ерш, плотва, доля которых равняется 99.6% по штукам и 82.5% по массе от общего улова.

В летних уловах любителей преобладают неполовозрелые особи ценных видов рыб, что снижает рыбопродукционные возможности водохранилища из-за потерь иктиомассы. Расчеты показывают, что за счет изъятия в 1979 г. 2.35 млн. маломерных особей леща промышленность смогла бы в последующие годы после достижения этими рыбами промысловых размеров получить дополнительно 20 тыс. ц рыбной продукции.

Облисполкомы и Советы Министров автономных республик рассматривают любительское рыболовство как серьезный фактор, оказывающий влияние на состояние ихтиофауны. В соответствии с их постановлениями для рыбаков-любителей отводятся специальные участки водоема. Большое число организованных рыболовов-любителей привлекаются на общественных началах для работ по воспроизводству и охране рыбных запасов Куйбышевского водохранилища.

Современные уловы рыбы в водохранилище без учета вылова рыбаками-любителями достигли 49.7 тыс. ц. Рост уловов (с 40 тыс. ц в 1971 г. до 49.7 тыс. ц в 1978 г.) наблюдался за последние годы в основном за счет использования запасов неохраняемых видов рыб. Основу этих запасов составляют плотва (33.8%), густера (26.8), берш (16.4) и чехонь (7.4%). В первые годы существования водохранилища преобладающим видом из крупночастиковых рыб была щука, уловы которой достигали 19.1 тыс. ц в год, но затем они сократились в 10 раз и стабилизировались на уровне, не превышающем 2 тыс. ц в год. С 1963 г. увеличились запасы и уловы леща, однако позднее они также стабилизировались на уровне 20 тыс. ц. Начиная с 1970 г. заметно увеличение численности судака и берша, количество производителей которых в первые годы после заполнения водохранилища было невелико, а выживаемость личинок в несколько раз ниже, чем, например, у леща. Увеличению их численности способствовали успешная акклиматизация в водоеме мизид и проникновение в водохранилище тюльки, весьма интенсивно используемой этими видами в качестве корма. Несмотря на определенную оптимизацию

Т а б л и ц а 58
Видовой состав уловов

Виды и группы рыб	1974 г.		1975 г.		1976 г.		1977 г.		1978 г.		Сред- ний, %
	тыс. ц	%	тыс. ц	%	тыс. ц	%	тыс. ц	%	тыс. ц	%	
Стерлядь	6.4	1.4	0.4	0.9	0.2	0.4	0.1	0.2	0.1	0.2	0.5
Лещ	19.3	42.3	19.7	42.2	18.9	40.6	19.8	42.2	20.6	41.4	41.8
Судак	2.6	5.7	3.4	7.3	4.5	9.7	3.8	8.1	4.7	9.5	3.1
Щука	1.5	3.3	2.6	5.6	2.9	6.2	2.2	4.7	2.2	4.4	4.8
Сом	1.1	2.4	1.3	2.8	0.9	1.9	0.7	1.5	0.4	0.8	1.9
Прочий круп- ный частик	0.4	0.9	0.4	0.9	0.4	0.9	0.3	0.6	0.4	0.8	0.8
<hr/>											
Итого:	25.3	55.5	27.8	59.5	27.8	59.8	26.9	57.4	28.4	57.1	57.9
Неохраняемые виды	20.3	44.5	18.9	40.5	18.7	40.2	20.0	42.6	21.3	42.9	42.1
<hr/>											
В с е г о:	45.6	100.0	46.7	100.0	46.5	100.0	46.9	100.0	49.7	100.0	100.0

режима рыболовства и увеличение запасов некоторых видов рыб, следует признать, что формирование ихтиофауны водохранилища происходит в основном стихийно. Проводимые работы по акклиматизации кормовых организмов, создание искусственных нерестилищ для леща, мелиорация водоемов и спасение молоди, а также рыбоохранные мероприятия недостаточны по объему и все еще малоэффективны.

Анализ видового состава уловов (табл. 58) указывает на то, что промысел направлен на изъятие преимущественно лимитируемых видов рыб. Как правило, лимиты на вылов леща и судака рыбопромышленными предприятиями осваиваются полностью (лимит на вылов щуки в последние годы не устанавливается). Следовательно, хотя на водохранилище в течение уже многих лет проектируется специализированный отлов неохраняемых видов, вылов этих рыб не достиг оптимальной величины. Происходит это из-за низких расценок на плотву, густеру, чехонь и другие виды неохраняемых рыб, на которых рыбаки выставляют мелкочейные сети в основном только в период их нереста, а промысел в другие сезоны года не организуют.

Организация оптимального вылова этих рыб (в том числе и плавными сетями) может способствовать более гармоничному развитию промысла и рациональному использованию кормовой базы водохранилища (табл. 59).

Ряд исследователей (Гордеев и др., 1974; Лапицкий, 1974) указывают на огромные потенциальные возможности водохранилищ, реализация которых могла бы позволить значительно увеличить уловы рыбы. Однако рыбопродуктивность водохранилищ

Т а б л и ц а 59
Использование запасов неохраняемых рыб

Виды	Запас, тыс. ц	Улов тыс. ц *	Используй- вание запаса, %	Окончательный коэффициент использования запаса, %	Недолов, тыс. ц
Густера	54.0	18.2	33.7	45	6.1
Плотва	61.0	21.1	34.6	40	3.3
Чехонь	18.4	3.2	17.5	35	3.2]
Берш	17.9	3.0	16.7	40	4.2
И т о г о:	157.3	45.5	30.2	39	16.8

* Вместе с любительским выловом.

Волжского и Камского каскадов, в том числе и Куйбышевского, остается низкой и не достигает проектного уровня.

По промысловой рыбопродуктивности (кг/га) водохранилище весьма неоднородно:

Участок	Промысловая рыбопродуктивность
Плеса:	
Волжский	8.9
Волго-Камский	8.9
Камский	8.9—12.6
Тетюшский	24.4
Ундорский	7.9
Ульяновский	7.9
Новодевиченский	7.1
Заливы:	
Усинский	7.1
Черемшанский	7.9
Свияжский	5.1

При среднем вылове 7—8 кг/га в различных плесах водоема добывается от 5.1 до 24.4 кг/га, наиболее значительные уловы характерны для верхней части Камского и Тетюшского плесов.

В 60-х гг. вылов леща составлял всего 13—14% от промыслового запаса (Цыплаков, 1972). В последующие годы степень его изъятия достигла 16—20%, что все еще несколько ниже рекомендуемой оптимальной величины (Лапицкий, 1970). В 1979 г. при общем запасе леща 160 тыс. ц выловлено промышленностью 17.1 и любителями 16.5 тыс. ц, а использование общего запаса составило 21%. Возможный улов при оптимальном коэффициенте промыслового изъятия 22% по прогнозу составлял 35.2 тыс. ц, в том числе для промышленности — 25 тыс. ц и любителей — 10.2 тыс. ц. В результате промышленностью было недоловлено 7.9 тыс. ц леща, а рыболовы-любители превысили оптимальную величину вылова на 6.2 тыс. ц, т. е. стадо леща в 1979 г. эксплуатировалось нерационально. За счет неополовозрелых рыб, выловленных любителями, рыбная промышленность впоследствии

могла бы получить в среднем в 2.2 раза больше рыбной продукции.

Добыча судака стала возрастать лишь в последние годы и к 1978 г. достигла рекордного уровня — 4.7 тыс. ц. Степень общего использования запасов судака (29.2%) близка к оптимальной, однако промысловую эксплуатацию его стада еще нельзя считать рациональной. Основную массу рыб в промысловых уловах (до 69%) дают особи 2—4-летнего возраста, в то время как интенсивное нарастание ихтиомассы судака наблюдается в возрасте 5—6 лет. Селективные орудия лова для судака не разработаны, а в крупнейшей ставных сетях доля маломерных рыб составляет более 50% от общего числа пойманных особей. Мелкоячейными сетями облавливаются практически только половозрелый судак, а у рыбаков-любителей при промысловой мере на судака в 43 см рыбы размером от 20 до 43 см составляют 75% уловов.

Ежегодные уловы щуки составляют примерно 2 тыс. ц. Основная ее масса добывается в верхней части Камского плеса водохранилища. Любителями эта рыба вылавливается в весьма небольшом количестве. Для увеличения численности популяции щуки необходима не столько охрана запасов, сколько интенсификация работ по ее искусственному разведению.

Плотва и густера составляют основу промысловой группы «мелкий частик». Запасы этих рыб находятся на высоком уровне, несмотря на то что их популяции облавливаются и в период нереста. Каждое поколение указанных рыб эксплуатируется в течение 5—7 лет. Даже при такой интенсивности промысла в возрастном ряду у этих видов еще встречаются 14—17-летние особи. Коэффициенты промыслового использования разных поколений плотвы и густеры следующие, %:

Возраст, годы	Плотва	Густера
3	2.1	1.8
4	5.5	12.5
5	26.2	25.0
6	28.2	23.7
7	15.0	12.1
8	13.1	12.1
9	6.9	8.1
10	2.0	3.8
11	0.6	0.6
12	0.2	0.1
13	0.1	0.1
14	0.1	0.1

Во время промысла интенсивно отбираются рыбы начиная с 5-летнего возраста. Таким образом, каждая генерация до начала ее массового изъятия промыслом успевает принять участие в размножении не менее 2—3 раз, а большой остаток рыб этого поколения может в последующем нереститься еще в течение 3—4 лет. Уровненный режим Куйбышевского водохранилища не может быть благоприятным для размножения одновременно и плотвы, и гус-

теры. Плотва откладывает икру примерно на 1 мес. раньше, чем начинается нерест густеры. Многочисленные поколения у этих видов рыб появляются в разные годы, но в целом они способствуют поддержанию стабильно высоких запасов половозрелых особей. Следует отметить, что плотва является одним из главных объектов любительского рыболовства, а густера занимает в уловах рыболовов-любителей гораздо более скромное место.

В водохранилище велика численность чехони, так как ее промысловое стадо осваивается недостаточно. В течение 1971—1976 гг. при ее промысловых запасах 16—20 тыс. ц рыбодобывающие предприятия вылавливали всего 0.9—2.2 тыс. ц. В последующие годы из-за плохих условий размножения расчетные запасы чехони снизились и к 1979 г. составили всего 8.2 тыс. ц (табл. 60). Про-

Т а б л и ц а 60

Использование запасов промысловых рыб в водохранилище в 1979 г.

Вид	Общий запас, тыс. ц	Промысловый запас, тыс. ц	Количество выловленной рыбы, тыс. ц			% использования общего запаса	Возможный улов, тыс. ц			% общего запаса
			промысел	любители	всего		промысел	любители	всего	
Лещ	160.0	89.0	17.1	16.5	33.6	21.0	25.0	10.2	35.2	22
Плотва	41.0	30.0	8.8	0.6	9.4	22.9	12.0	2.3	14.3	35
Густера	34.0	23.0	5.8	0.7	6.5	19.4	9.0	2.9	11.9	35
Чехонь	8.2	6.9	1.3	—	1.3	21.3	2.5	—	2.5	30
Щука	7.2	5.4	1.9	0.1	2.0	33.6	1.8	0.1	1.9	30
Судак	19.6	12.3	4.2	1.5	5.7	29.2	5.0	1.3	6.3	32
Окунь	7.9	7.5	1.1	2.2	3.3	41.5	1.0	3.7	4.7	60
Берш	16.0	11.4	3.3	0.3	3.6	22.5	4.6	0.5	5.0	32
Ерш	5.8	5.8	0.4	2.8	3.2	57.0	0.5	3.0	3.5	60
Сом	4.2	2.6	0.4	0.3	0.7	16.7	0.8	0.2	1.0	25

мыслом использовано лишь 19.1% промыслового или 16.1% общего запаса. Любительским рыболовством чехонь практически не используется.

За последние годы упали промышленные уловы сома, добыча которого после 1975 г. сократилась с 1.3 до 0.4 тыс. ц. Добывается сом в водохранилище исключительно в Волго-Камском, Тетюшском и частично Ундорском плесах. В последние годы почти не применяется специализированный вылов сома сетями с ячейей 100—120 мм, что и явилось причиной снижения его вылова примерно на 1 тыс. ц.

Уловы берша в водохранилище начали возрастать с 1970 г. В отличие от других рыб у берша ежегодно наблюдается интенсивное пополнение запасов. Добывается берш как в период специализированного отлова неохораняемых видов рыб, так и в летне-осеннее время, что обуславливает интенсивность его вылова (22.5%). Эта величина довольно близка к оптимальной.

Окунь — серьезный конкурент ценных промысловых рыб. Его численность в водохранилище определена в 23 млн. экз., а ихтиомасса — 7900 ц. Окунем ежегодно потребляется 2836 т личинок хирономид, 2066 т зоопланктона и 91 т молоди рыб. Специального промысла окуня на водохранилище не существует, и он попадает в сети, применяемые для вылова других рыб. Размеры окуня в сетях — 21 см, а в любительских уловах — 10.5 см. Это один из основных объектов любительского рыболовства. В 1979 г. из добытых 3278 ц окуня 2180 ц, или 66.5%, были пойманы рыболовами-любителями.

Характеризуя в общих чертах состояние запасов рыб и их промысел, можно отметить следующее:

1. Биопродукционные возможности водоема используются рыбами крайне недостаточно. Ценными промысловыми видами осваивается лишь 22.5% корма, потребляемого всеми видами рыб. Большая часть продукции кормового планктона и бентоса не используется ценными рыбами и в этом смысле представляет резерв для создания их более многочисленных популяций.

2. Совершенно недостаточен проводимый на водоеме объем мероприятий по искусственному поддержанию рыбных запасов, акклиматизаций ценных кормовых организмов и рыбоводно-мелиоративным работам. Формирование ихтиофауны водохранилища происходит стихийно, очень высока численность малоценных рыб.

3. На формирование ихтиофауны оказывает отрицательное влияние, помимо неблагоприятного уровня режима и загрязнения воды, все увеличивающийся забор воды на орошение сельскохозяйственных угодий и промышленные нужды. Немалый ущерб рыбному хозяйству наносится добычей нерудных материалов со дна водохранилища и в процессе строительства различных гидротехнических сооружений методом намыва.

4. Преобладание на водохранилище пассивных орудий лова приводит к значительному недоиспользованию запасов рыбы. Недостаточно осваивается пелагиаль водоема. Некоторые многочисленные виды, например тюлька, вообще не осваиваются промыслом.

5. Существующая на промысле мелкозвеньевая система приводит к бесконтрольной добыче рыбы, не позволяет принимать оперативные решения при изменении промысловой обстановки, лишает промысел необходимой маневренности. Специализированный отлов мелкого частика рыбодобывающие предприятия, как правило, начинают только с установлением запрета на вылов рыбы. Таким образом, не облавливаются не только преднерестовые концентрации плотвы, но в случае раннего нереста вне промысла остаются и ее нерестовые стада. Этот недолов плотвы уже не может быть компенсирован в остальное время года.

6. На водохранилище регламентируется влияние любительского рыболовства и роста численности маломерного флота. Организованные в общества любители-рыболовы могут оказать существенную помощь в воспроизводстве рыбных запасов.

Для более эффективного использования продукционных возможностей водохранилища и увеличения его сырьевых запасов в Мешинском заливе Волго-Камского плеса намечено строительство самого крупного в Советском Союзе питомника по выращиванию растительноядных рыб. Промысловый возврат от их выпуска по расчетам должен составить не менее 27 тыс. ц рыбы в год. В эффективности работы такого рыбоприемника убеждает положительный опыт Ульяновского нерестово-выростного хозяйства. В 1971 г. этим хозяйством были выпущены 1,5 млн. сеголетков белого и пестрого толстолобика индивидуальной массой от 28 до 38 г, чем обеспечен промысловый возврат от этих рыб 200 ц. В 1977 г. в заливах Ульяновского рыбокомбината еще встречались отдельные экземпляры пестрого толстолобика массой до 12 кг. Очень слабо осваивается продукция моллюсков (1757 тыс. т). Если даже использовать половину этой продукции и принять высокий кормовой коэффициент, равный 50, можно получить дополнительно 430 тыс. ц рыбы. В этом отношении большой интерес могли бы представить работы по вселению в водохранилище черного амура. Обогащение кормовой базы водохранилища путем акклиматизации мизид уже способствует повышению уловов судака и берша.

Потери рыбного хозяйства от гибели личинок рыб, зоопланктона, фитопланктона, а частично и бентоса на водозаборных сооружениях и при гидростроительстве оцениваются в десятки миллионов рублей. В настоящее время компенсационные средства закладываются в смету строительства оросительных систем или других объектов. На эти деньги уже осуществляются проектирование некоторых рыбоводных хозяйств и отсыпка гравийных гряд-нерестилищ для стерляди в Камском плесе водохранилища. Увеличивающийся объем забора воды приводит и к увеличению дефицита водного баланса водохранилища. Это обстоятельство ставит вопрос о необходимости комплексного водопользования — проблеме, еще очень мало разработанной в условиях Куйбышевского водохранилища.

Главным резервом для получения в Куйбышевском водохранилище дополнительной рыбной продукции следует считать использование мелководных заливов и участков водохранилища для выращивания рыбы. Большая программа проектирования и строительства рыбоводных хозяйств на базе мелководных участков водохранилища уже принята и осуществляется в Татарской АССР.

В разделах монографии рассмотрены особенности Куйбышевского водохранилища как внутрикаскадного водоема. Они показывают степень наших знаний о различных сторонах жизни крупной экосистемы и позволяют наметить направления дальнейших исследований.

В результате перекрытия р. Волги в октябре 1955 г. гидротехническими сооружениями в районе Жигулевских гор возникло Куйбышевское водохранилище общей протяженностью более 600 км, с наибольшей шириной 40 км, максимальными глубинами в его приплотинной части до 40 м и средней глубиной 9 м. Создание огромного водоема с площадью водного зеркала 6.5 тыс. км² существенно изменило гидролого-гидрохимический режим р. Волги и условия существования гидробионтов. Наличие подобного водоема оказывает заметное влияние на температуру воздуха над водохранилищем и его береговой зоной. Весной разница температуры воздуха над акваторией водоема и береговыми станциями может составлять 1.5°, а иногда достигать 10—11°C.

Осенью водохранилище оказывает тепляющее воздействие на береговую зону. Основные реки, питающие водохранилище, — Волга, Кама и Вятка — дают 90—95% общего притока воды. Они относятся к рекам с преобладающим снеговым питанием, что определяет сезонное распределение их стока. Наибольшее количество воды в водохранилище поступает в период весеннего половодья, когда Волга дает около 62% годового стока, а Кама примерно 45%. Особенности режима водохранилища — ежегодное весеннее его наполнение до нормального подпорного уровня и последующая сработка до заданной отметки. Смена водных масс в водохранилище, равных объему накопленной воды в течение года, происходит более 4 раз, а в отдельные годы доходит до 6 раз.

Основным приходным компонентом водного баланса служит поверхностный сток, равный в среднем за год 243.39 км³, что составляет 98.7% общего поступления воды.

Главный расходный элемент — годовой сток через гидросооружения Волжской ГЭС им. В. И. Ленина — достигает 231.38 км³, или 98.2% общего расхода воды. Доля осадков и испарения на площадь зеркала в годовом балансе невелика и составляет по каждому из них немногим более 1%.

С созданием водохранилища изменился уровенный режим рек Волги и Камы. Его колебания обусловлены естественными сезонными изменениями притока и искусственным регулированием сбросов воды в нижний бьеф гидроузла. Изменения уровня могут быть вызваны разностью барического давления, резкими колебаниями величины попусков через плотину, а также ветровыми стоками и нагонами. Годовая амплитуда колебаний уровня составляет в среднем около 6 м, при изменении площади водного зеркала от 3 до 6.5 тыс. км².

Водохранилище — проточный водоем, поэтому в нем постоянно существуют стоковые течения со средней скоростью 2—10 см/с. Остальные виды течений носят временный характер и вызываются прохождением различного вида волн и изменением скорости ветра. Заметные колебания скоростей течения обуславливают также обратные волны, вызываемые неравномерной работой ГЭС и шлюзов, прямые волны, возникающие в нижних бьефах Горьковской и Нижнекамской ГЭС, ветровые волны и сгонно-нагонные явления. Высота максимальной ветровой волны на главном судовой ход водохранилища может достигать 3.4 м.

Водохранилище характеризуется относительно однородными термическими условиями в поверхностном слое и малыми изменениями температуры воды по глубине. Последние обычно наблюдаются в период интенсивного летнего прогрева, преимущественно в приплотинной части водохранилища. Весной и осенью в водоеме преобладает гомотермия. В зимний период при довольно однородной температуре наблюдается обратная стратификация.

Период замерзания водохранилища в разных его частях колеблется от 2 до 11 сут и по сравнению с речными условиями сократился на 2 нед., а сроки ледостава стали более ранними. Продолжительность последнего на водохранилище составляет в среднем 143 сут, на 5 сут дольше, чем на Волге до зарегулирования.

Вскрытие водоема обычно начинается во второй декаде апреля, а окончательное очищение ото льда — в период с 20 до 28 апреля. С созданием водохранилища заметно изменилась прозрачность воды. Прослеживается ее четкое повышение в период с мая по август по всем плесам. Наименьшая из средних прозрачность (0.35—0.65 м) связана с половодьем. Ее абсолютные максимальные величины в мае колеблются от 0.60 м в Камском до 2.1 м в Приплотинном плесах, повышаясь летом до 1.9, 2.8 м соответственно.

Установлено, что водные массы водохранилища, сформировавшиеся в одинаковых физико-географических условиях, обладают устойчивыми физическими и химическими характеристиками, сохраняющимися продолжительное время. Они существенно отличаются от водных масс, возникающих в процессе смешения и трансформации непосредственно в водоеме. Со временем при перемещении из одного района в другой первоначальные свойства водной массы изменяются. Интенсивность трансформации зависит от турбулентного обмена, обусловленного стоковыми течениями

и воздействием на него ветра, температуры воздуха, радиационного баланса.

Формирование водохранилищной водной массы начинается в Волго-Камском, продолжается в Тетюшском и полностью заканчивается в Ундорском плесе, т. е. на протяжении 160 км от места слияния волжских и камских вод.

Гидрохимический облик водохранилища неоднороден. Его пространственная и временная дифференцированность по химическому составу определяется разноточностью питающих вод, величиной стока, степенью сработки объема, внутриводоемными процессами и подтоком грунтовых вод. В целом вода водохранилища относится к гидрокарбонатному классу, кальциевой группе, второму и третьему типам. К 1960 г. завершились процессы вымывания веществ из затопленных угодий и биохимического разложения погруженных растений, что привело к относительной стабилизации химизма воды водохранилища. В первый год его существования (1957 г.), по сравнению с 1952—1954 гг., существенно возросло содержание основных биогенных элементов — фосфатов в 3—6 раз и минерального азота более чем в 10 раз. Заметно улучшился кислородный режим водоема. В последующие годы (1958—1959) эти показатели несколько снизились, но оставались еще повышенными.

Содержание железа и кремния в водохранилище по сравнению с рекой уменьшилось в результате их использования фитопланктоном и выпадения в виде органо-минеральных соединений. С 1960 по 1978 г. концентрация биогенных элементов стабилизировалась на сравнительно низком уровне и колебалась в незначительных пределах в зависимости от особенностей года. В последние годы наблюдается некоторое увеличение органического вещества. Кислородный режим водохранилища благоприятен.

Первые исследования микрофлоры водохранилища, начатые на 2-й год его существования и продолжающиеся по настоящее время, показали, что численность бактерий в воде в разные годы¹ в среднем за вегетационный период колеблется от 1.30 до 2.63 млн. кл./мл, а биомасса — от 0.35 до 0.73 г/м³. Важный показатель интенсивности микробиологических процессов — время удвоения количества бактерий в водохранилище — по средним данным за ряд лет варьирует от 18.1 до 160.1 г. Продукция бактериопланктона в среднем за вегетационный период составляет 0.13—0.36 г/(м³·сут).

Верховья водохранилища характеризуются повышенной численностью бактерий, к Приплотинному плесу их количество уменьшается. По средним многолетним данным максимальная численность бактериальных клеток (3.2 млн. кл./мл) наблюдается в период весеннего половодья, в середине лета эта величина не превышает 1.9 млн. кл./мл, а осенью — 1.6—1.7 млн. кл./мл.

¹ За исключением маловодного 1973 г.

В целом по водохранилищу за вегетационный сезон продукция бактерий составляет 134 тыс. т С, или 25.4 г С/м², причем значительная часть бактериальной биомассы (17.4 г С/м³) производится за счет аллохтонного органического вещества. Производимая биомасса элиминирует в результате автолиза и ее использования зоопланктоном. Максимальная величина константы суточного потребления бактерий зоопланктоном ($K_1=0.82 \cdot \text{сут}$) и наибольшее использование микрофлоры — 0.46 г/(м³·сут) — отмечены в середине лета при высокой численности животных фильтраторов.

В фитопланктоне водохранилища по числу видов и обилию доминируют диатомовые, среднесезонная численность и биомасса которых составляет соответственно 70—75 и 70—90% общей. Несмотря на то что видовое разнообразие синезеленых водорослей значительно ниже, чем диатомовых и зеленых, их роль в летнем планктоне водохранилища высока — 20—25% общей биомассы фитопланктона. Среднесезонная биомасса фитопланктона в целом в разные годы колеблется от 2.34 до 16.21 г/м³.

Обилие фитопланктона и интенсивность фотосинтеза в водоеме нарастают от весны к лету и осенью снижаются. В течение вегетационного сезона наблюдается один-два пика продуцирования органического вещества. Более 40% продукции фитопланктона водохранилища приходится на Волжский плес и Черемшанский залив, хотя их площадь не превышает 20% общей водоема. Ежегодно в водохранилище производится от 330 до 940 тыс. т С или от 62 до 168 г С/м² органического вещества фитопланктона. Около 92% органического вещества создается за счет диатомовых и синезеленых водорослей, доля остальных не превышает 9%. В то же время деструкция органического вещества в целом по водохранилищу составляет от 670 до 1800 тыс. т С, или 131—360 г С/м². В расчете на весь водоем деструкция в среднем за все годы выражается цифрой 1.180 тыс. т С, или 220 г С/м², что в 2 раза выше первичной продукции. Соотношение деструкции и продукции в разные годы колеблется в пределах 1.3—2.7. Это свидетельствует о высокой роли аллохтонного органического вещества.

Несмотря на 25-летний период существования водохранилища, площадь мелководий, занятых макрофитами, незначительна и составляет 1% от общей. Это обусловлено особенностями строения водоема и уровенным режимом. Чередование лет с высоким и низким уровнем воды создает в прибрежье неблагоприятные условия для развития водных растений.

К настоящему времени на мелководьях наиболее распространены заросли рогоза узколистного и тростника обыкновенного, а из типично водных растений — заросли рдеста. На границе зоны затопления повсеместно расселились ивняки, вытесняющие полупогруженные растения. В годы с низким уровнем растительность мелководий крайне мозаична. Большинство обнаженного грунта зарастает временниками — чередой, гречихой, девясилом, со-

здающими сомкнутый подъярус в обсохших разреженных зарослях рогаза узколистного.

В настоящий период увеличивается заселение водохранилища амфибийными растениями, в ассоциациях которых одновременно доминируют мезо- и гидрофильные виды.

В результате зарегулирования Волги существенные изменения произошли в зоопланктоне. Возможность распространения северных форм на юг и южных на север возросла благодаря появлению в водохранилищах глубоких стратифицированных участков с зонами гипolimниона. В результате к настоящему времени 5 видов северного происхождения освоили водохранилище. В целом его планктон стал лимнофильным (сократилось видовое разнообразие коловраток и возросло число форм ракообразных). В настоящее время для водохранилища характерна двухвершинная кривая сезонной динамики численности и биомассы зоопланктона с максимумом летом (70—400 тыс. экз./м³, или 0.5—3.5 г/м³) и осенью (20—400 тыс. экз./м³, или 0.7—4.2 г/м³). Оценка продукционных возможностей зоопланктона Приплотинного плеса водохранилища показала, что теплые маловодные годы характеризуются высокой продукцией преимущественно мирных форм и их повышенной ролью в деструкционных процессах. В холодные многоводные годы продукционные возможности зоопланктона ниже.

Донная фауна сформировалась в первые годы существования водохранилища. На обширных мелководьях с глубинами до 5 м она наиболее богато представлена олигохетами, личинками хирономид, высшими ракообразными и моллюсками. Среднесезонная биомасса колеблется в широких пределах — от десятых долей в открытом прибрежье до 21—27 г/м² в Черемшанском заливе водохранилища.

Зообентос медиали водоема качественно однообразен и представлен преимущественно тубифицидами и личинками хирономид. За период существования водохранилища среднегодовая биомасса бентоса в его глубоководных частях (бывшее русло Волги и Воляжский плес) постепенно увеличивалась и к настоящему времени (1976—1977 гг.) достигла 36—52 г/м². На затопленной суше она повысилась до 10 г/м². Средняя биомасса бентоса (без моллюсков) по водохранилищу в целом колеблется в разные годы от 5 до 6 г/м².

Формирование ихтиофауны закончилось в первые 2 года после заполнения водохранилища, когда определились виды с прогрессивной численностью, способные освоить экологически новый водоем. К ним в первую очередь относятся преимущественно лимнофильные: лещ, синец, чехонь, плотва, окунь, судак, берш, щука, налим. При благоприятном соотношении продуктивных и непродуктивных биотопов расчетная ихтиомасса водохранилища оказывается низкой главным образом из-за необеспеченности фитофильных рыб нерестилищами. Специфика уровневого режима отрицательно сказывается на выживании икры, личинок, молоди и взрослых рыб, приводит к заморам и препятствует зарастанию

мелководий макрофитами. При сработке уровня на 7 м осушается до 50% площади водохранилища — практически вся литораль и часть сублиторали.

В водохранилище, одном из самых крупных в стране по площади зеркала и объему, хорошо развита пелагиаль. Особенностью водохранилища следует считать недоиспользование ценными промысловыми рыбами запасов кормовых организмов. В настоящее время средняя рыбопродуктивность водохранилища не превышает 7—8 кг/га и в отдельных его районах колеблется от 5 до 24 кг/га. Стабилизировались промысловые уловы леща и щуки и начинается увеличение запасов и вылова плотвы, густеры, судака и берша.

В перспективе не представляется реальным увеличение плотности рыбного населения без существенной реконструкции экосистемы водохранилища. Вместе с тем существующая ихтиофауна при выполнении рыбоохранных мероприятий способна обеспечить более высокую рыбопродукцию. Резервом для ее получения следует считать использование обвалованных мелководий водохранилища для выращивания товарной рыбы.

Паразитофауна рыб водохранилища по сравнению с незарегулированной Волгой приобрела специфические черты. В связи с сокращением численности реофильных беспозвоночных (гаммарид, личинок стрекоз и поденок) некоторые группы паразитов (нематоды, скребни) практически исчезли. Одновременно широко распространились лимнофильные лигулиды, диплостомотиды и тетракотилиды. Заметно возросла зараженность щук триэнфорусом, плотвы и леща — филометрой. До зарегулирования Волги процент заражения лещей этими патогенными гельминтами не превышал 10, а в 1979 г. составил 100. Увеличилась зараженность леща и гвоздичником. Все это свидетельствует о необходимости регулярного паразитологического контроля за состоянием ихтиофауны водохранилища.

Исследования последнего десятилетия свидетельствуют, что в настоящее время по составу и численности сапрофитных бактерий, фитопланктона и зоопланктона вода водохранилища может быть в целом отнесена к β -мезосапробной зоне мезотрофных водоемов. Численность сапрофитных бактерий, являющихся показателем санитарного состояния воды, в водохранилище колеблется от 0.3 до 0.8 тыс. кл./мл и составляет 0.001—0.4% общей численности бактерий.

Особенности продукционных процессов Куйбышевского водохранилища в значительной степени присущи и большинству других водохранилищ Волжского каскада. Это прежде всего большой вклад во внутриводоемные процессы энергии аллохтонного органического вещества, преобладание в общем балансе деструкции над продукцией и важная роль микрофлоры как источника жизни многих планктонных и донных консументов.

Продукционно-деструкционные процессы взаимосвязаны и представляют собой основу самоочистительной способности и

осуществляются экосистемой в целом. Нарушение целостности последней может приводить к ухудшению качества воды. Можно с уверенностью считать, что высокая самоочистительная способность экосистемы Куйбышевского водохранилища будет эффективной в случае максимального внимания и бережного отношения к ней всех без исключения водопользователей.

Следует выделить 2 группы задач, которые должны решаться в тесном взаимодействии. В первую входят исследования, направленные на выяснение количественной роли различных звеньев экосистемы в продукционных и деструкционных процессах.. Они могут быть использованы в решении важных народнохозяйственных проблем — рационального использования биологических ресурсов водоемов и сохранения удовлетворительного качества воды. Это полевые и экспериментальные работы в области водной микробиологии и микологии, экологической физиологии и биохимии гидробионтов, популяционной экологии и генетики рыб.

Вторая группа задач включает исследования, регистрирующие скорость и направленность внутриводоемных процессов под влиянием усиливающегося антропогенного воздействия. Они дают возможность более правильно подходить к экологическому прогнозированию. По существу это многолетние регулярные наблюдения за режимом водоемов. В постоянном контроле нуждаются составляющие водного баланса, уровень, температурный и газовый режимы, поступление и аккумуляция биогенных элементов, процессы седиментации, состав, распределение, численность и продукционные возможности доминирующих форм флоры и фауны водоемов.

- Авакян А. Б., Шарапов В. А., Салтанкин В. П. и др. Водохранилища Мира. М., 1979. 287 с.
- Азанчевская-Васильева А. И., Белихов Д. В., Лиманова-Колосова С. И. Биологическое исследование реки Волги в связи с постройкой Казанского водопровода. — *Вопр. озероведения Татарии*, 1932, вып. 2.
- Алекин О. А. Гидрохимическая классификация рек СССР. — *Тр. Гос. гидрол. ин-та*, 1948, вып. 4/58, с. 209—224.
- Алекин О. А. Химический анализ вод суши. Л., 1954. 174 с.
- Алекин О. А., Семенов А. Д., Скопинцев Б. А. Руководство по химическому анализу вод суши. Л., 1973. 269 с.
- Аристовская Г. В. Бентос Куйбышевского водохранилища в первый год существования. — *Тр. Тат. отд-ния ВНИОРХ*, 1958, вып. 8, с. 146—177.
- Аристовская Г. В. Формирование бентоса Куйбышевского водохранилища в первые годы после заполнения водоема. — *Тр. Тат. отд-ния ГосНИОРХ*, 1960, вып. 9, с. 71—105.
- Аристовская Г. В. Бентос Куйбышевского водохранилища за период с 1960 по 1962 г. — *Тр. Тат. отд-ния ГосНИОРХ*, 1964, вып. 10, с. 85—119.
- Аристовская Г. В. Бентос Куйбышевского водохранилища. — *Тр. Тат. отд-ния ГосНИОРХ*, 1970, вып. 11, с. 32—47.
- Арз Ф. Э., Толстяков Д. Н. О проникновении солнечной радиации в воду. — *Метеорология и гидрология*, 1969, № 6, с. 58—64.
- Баннова Б. К., Никулин П. И. Режим уровня и водный баланс Куйбышевского водохранилища. — В кн.: Матер. I науч.-техн. совещ. по изуч. Куйбышев. водохр. Куйбышев, 1963, вып. 1, с. 16—26.
- Баранов И. В. Термический и гидрохимический режим Волги и Куйбышевского водохранилища в 1955—1957 гг. — *Тр. Тат. отд-ния НИИ озерного и речного рыбного хоз-ва*. Казань, 1958, вып. 8, с. 33—69.
- Баранов И. В. Содержание гумуса, азота и фосфора в грунтах Куйбышевского водохранилища. — *Тр. Тат. отд-ния ГосНИОРХ*. Казань, 1964, вып. 10, с. 48—53.
- Баранова А. И. Рельеф и геологическое строение побережья Куйбышевского водохранилища. — В кн.: Берега Куйбышевского водохранилища. М.; Л., 1962, с. 8—41.
- Батурин В. П. Палеогеография по терригенным компонентам. Баку, 1937. 272 с.
- Белая А. П. Береговая и водная растительность Куйбышевского водохранилища в первый год после наполнения. — *Бюл. Ин-та биол. водохр.*, 1958, № 2, с. 7—10.
- Белявская Л. Н., Константинов А. С. Питание личинок *Procladius choreus* (Meig.) *Chironomidae* (Diptera) и ущерб, наносимый ими кормовой базе рыб. — *Вопр. ихтиологии*, 1956, т. 7, с. 193—203.
- Бенинг А. Л. К изучению придонной жизни р. Волги. Саратов, 1924, № 1. 398 с.
- Бентос Учинского водохранилища. М., 1980, т. 23. 251 с.
- Берг Л. С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. М.; Л., 1949, с. 469—925.

- Березнер А. С., Моисеев Н. Н., Ерешко А. В. Систематический подход к исследованию проблемы межбассейновой переброски стока (на примере переброски части стока северных рек СССР в Волгу). — Водные ресурсы, 1981, № 1, с. 5—22.
- Богданова Е. А., Никольская Н. П. Паразитофауна рыб Волги до зарегулирования стока. — Изв. ГосНИОРХ, 1965, т. 60, с. 5—110.
- Болтенкова Н. Н., Пашанова А. П., Семенов А. Д., Немцева Л. И. Использование диффузного метода при определении органического азота в природных водах. — Гидрохим. матер., 1966, т. 41, с. 58—62.
- Боровкова Т. Н. Ветровой режим Куйбышевского водохранилища. — В кн.: Матер. I науч.-техн. совещ. по изуч. Куйбышев. водохр. Куйбышев, 1963, вып. 2, с. 5—12.
- Боровкова Т. Н. Поглощение солнечной радиации водными массами Куйбышевского водохранилища. — Тр. ГГО, 1967, вып. 206, с. 57—66.
- Боровкова Т. Н. Исследование элементов теплового баланса, определяющих изменение испарения с поверхности Куйбышевского водохранилища. — В кн.: Сборник работ Комсомольской ГМО. Л., 1968, вып. 8, с. 21—38.
- Боровкова Т. Н. Ход составляющих метеорологического режима и испарения в период вскрытия и замерзания Куйбышевского водохранилища. — В кн.: Сборник работ Комсомольской ГМО. Л., 1971, вып. 9, с. 23—34.
- Боровкова Т. Н., Никулин П. И., Широков В. М. Куйбышевское водохранилище (краткая физико-географическая характеристика). Куйбышев, 1962. 92 с.
- Боровкова Т. Н., Ясонова З. Н. Некоторые вопросы метеорологического режима Куйбышевского водохранилища. — В кн.: Сборник работ Комсомольской ГМО. Куйбышев, 1962, вып. 1, с. 38—77.
- Бородич Н. Д. О перезимовке организмов в грунте спущенных рыбоводных прудов. — Вопр. ихтиологии, 1962, т. 2, № 3 (24), с. 530—541.
- Бородич Н. Д. Донная фауна осушной зоны Куйбышевского водохранилища. — В кн.: Флора, фауна и микроорганизмы Волги. Рыбинск, 1974, с. 125—142.
- Бородич Н. Д. Байкальский бокоплав *Gmelihoides fasciatus* (Stebbihg) (*Amphipoda, Gammaridae*) в Куйбышевском водохранилище. — Зоол. журн., 1979а, т. 58, № 6, с. 920.
- Бородич Н. Д. О нахождении *Caspiocuma campylaspoides* G. O. Sars (*Crustacea, Cymacea*) в Куйбышевском водохранилище. — В кн.: Биология внутренних вод. Информ. бюл. Л., 1979б, № 43, с. 29—31.
- Бородич Н. Д., Гавлена Ф. К. *Paramysis (Mesomysis) intermedia* (Cz) в Приплотинном плесе Куйбышевского водохранилища. — Гидробиол. журн., 1967, т. 3, № 4, с. 84—86.
- (Бородич Н. Д., Гавлена Ф. К.) *Boroditsch N. D., Havlena F. K. The biology of mysids acclimatized in the reservoir of the River.* — *Hydrobiologia*, 1973, vol. 42, N 4, p. 527—539.
- Браславская Л. М. Берш. — Тр. Тат. отд-ния ГосНИОРХ, 1972, вып. 12, с. 164—169.
- Буторин Н. В. О двух типах трансформации водных масс в водохранилищах. — В кн.: Биология внутренних вод. Информ. бюл. Л., 1968, № 2, с. 10—14.
- Буторин Н. В. Гидрологические процессы и динамика водных масс в водохранилищах волжского каскада. Л., 1969. 322 с.
- Вагин В. Л., Любарская О. Д., Черенкова В. А. О паразитофауне рыб Свияжского залива в первые годы заполнения Куйбышевского водохранилища. — Учен. зап. Казанс. ун-та, 1966, т. 123, вып. 7, с. 181—196.
- Васянин К. И. Стерлядь. — Тр. Тат. отд-ния ГосНИОРХ, 1972, вып. 12, с. 132—145.
- Висманис К. О. *Philometra lusiana* Vismanis, 1966 (*Nematoda, Dracunculidae*), ее биология, эпизоотологическое значение и меры борьбы. Автореф. канд. дис. Л., 1966. 17 с.
- Волга и ее жизнь. Л., 1978. 352 с.
- Володин В. М. О разнокачественности половых продуктов леща Рыбинского водохранилища. — Бюл. Ин-та биол. водохр., 1961, № 11, с. 24—27.

- Володин В. М. Некоторые особенности формирования структуры популяций леща волжских водохранилищ. — В кн.: Биология внутренних вод. Информ. бюл. Л., 1981, № 51, с. 36—42.
- Выхристюк Л. А. Современное состояние органического вещества в донных отложениях Куйбышевского водохранилища. — В кн.: Гидрохимические материалы. Л., 1983, т. 91. (В печати).
- Гавлена Ф. К. Звездчатая пугловка *Bentopilus stellatus* (Sauvage) в Куйбышевском водохранилище. — Вopr. ихтиологии, 1973, т. 13, вып. 1 (78), с. 174—175.
- Гайниев С. С. Размножение и рост молоди некоторых промысловых рыб в первый год существования Куйбышевского водохранилища. — Учен. зап. Ульяновского пед. ин-та, 1958, с. 102—118.
- Гак Д. З. Бактериопланктон и его роль в биологической продуктивности водохранилищ. М., 1975. 254 с.
- Гак Д. З., Ипкина Г. А. Бактериопланктон Волги и ее водохранилищ в июне—июле 1972 г. — Водные ресурсы, 1975, № 1, с. 109—118.
- Гальперина М. Я. Холодные вторжения на Среднее Поволжье. — В кн.: Матер. I науч.-техн. совещ. по изуч. Куйбышев. водохр. Куйбышев, 1963, вып. 2, с. 31—38.
- Герасимова Н. А. Фитопланктон и первичная продукция Волгоградского водохранилища в 1968—1971 гг. — Тр. Саратов. отд-ния ГосНИОРХ, 1976, т. 14, с. 32—54.
- Гидрометеорологический режим озер и водохранилищ СССР. Куйбышевское и Саратовское. Л., 1978. 269 с.
- Голубева И. Д. Водная растительность Сараловского побережья Волжско-Камского заповедника. — Тр. Волжско-Камского гос. заповедника. Казань, 1968, вып. 1, с. 137—149.
- Голубева И. Д. Растительность мелководий Куйбышевского водохранилища. Рыбохозяйственное значение мелководий Волжских водохранилищ. — Изв. НИИ озерного и речного рыбного хоз-ва, 1974, т. 89, с. 95—98.
- Голубева И. Д. Некоторые закономерности формирования растительности на мелководьях Куйбышевского водохранилища. — В кн.: Биология внутренних вод. Информ. бюл. Л., 1976, № 32, с. 15—17.
- Голубева И. Д. Зарастание мелководий Куйбышевского водохранилища в районе Сараловского участка Волжско-Камского заповедника. — Тр. Волжско-Камского гос. заповедника. Казань, 1977, вып. 3, с. 122—131.
- Горбунов К. В. Влияние зарегулирования Волги на биологические процессы в ее дельте и биосток. М., 1976. 219 с.
- Гордеев Н. А., Поддубный А. Г., Ильина Л. К. Опыт оценки потенциальной рыбопродуктивности водохранилищ. — Вopr. ихтиологии, 1974, т. 14, вып. 1 (84), с. 20—25.
- Горин Ю. И. Некоторые данные о структуре вод Черемшанского залива Куйбышевского водохранилища. — В кн.: Биология внутренних вод. Информ. бюл. Л., 1968, № 2, с. 8—10.
- Горин Ю. И. Водные массы в Волго-Камском и Тетюшском плесах Куйбышевского водохранилища. — В кн.: Матер. Первой конф. по изуч. водоемов бассейна Волги. Волга-1. Куйбышев, 1971а, с. 47—52.
- Горин Ю. И. Формирование, перемещение и трансформация водных масс в Черемшанском заливе Куйбышевского водохранилища. — В кн.: Сборник работ Комсомольской ГМО. Л., 1971б, вып. 9, с. 35—39.
- Грезе В. Н. Холодостойкость литоральной фауны Камского водохранилища и его биологическая продуктивность. — Зоол. журн., 1960, т. 49, № 12, с. 1761—1773.
- Гулая Н. К. Формирование микробиологического режима водохранилищ Верхнего Иртыша (Бухтарминское, Усть-Каменогорское). Алма-Ата, 1975. 163 с.
- Гусева К. А. «Цветение» воды, его причины, прогноз и меры борьбы с ним. — Тр. Всесоюз. гидробиол. о-ва, 1952, т. 4, с. 3—92.
- Гусева К. А., Приймаченко А. Д. Фитопланктон Волги от верховьев до Волгограда. — В кн.: Матер. первой конф. по изуч. водоемов бассейна Волги. Волга-1. Куйбышев, 1971, с. 98—107.

- Гусева Н. Н. Газовый режим Куйбышевского водохранилища в подледный период 1957—1958 и 1958—1959 гг. — Бюл. Ин-та биол. водохр., 1961, № 11, с. 53—57.
- Гусева Н. Н. Газовый режим Куйбышевского водохранилища в связи с гидрометеорологическими условиями. — В кн.: Матер. I науч.-техн. совещ. по изучению Куйбышев. водохранилища. Куйбышев, 1963, вып. 3, с. 34—41.
- Гусева Н. Н. Изменения в содержании биогенных веществ Куйбышевского водохранилища в период его становления. — Конф. по изуч. водоемов бассейна Волги. Волга-1. Тольятти, 1968, с. 20—21. (Тезисы докладов).
- Гусева Н. Н. Особенности гидрохимического режима Куйбышевского водохранилища в 1972 г. — В кн.: Биология внутренних вод. Информ. бюл. Л., 1975, № 28, с. 49—53.
- Гусева Н. Н. Режим биогенных элементов Куйбышевского водохранилища. — Гидрохим. матер., 1977, т. 65, с. 22—31.
- Гусева Н. Н., Максимова М. П. Органическое вещество в донных отложениях Куйбышевского водохранилища. — В кн.: Матер. Первой конф. по изуч. водоемов бассейна Волги. Волга-1. Куйбышев, 1971, с. 60—67.
- Гусева Н. Н., Шаронов И. В. Условия зимовки рыб в Черемшанском и Сусанском заливах Куйбышевского водохранилища. — Бюл. Ин-та биол. водохр., 1962, № 12, с. 45—49.
- Дзюбан А. Н. Количество маслянокислых бактерий, относящихся к роду *Clostridium*, в иловых отложениях водохранилищ Волги. — Микробиология, 1978, т. 47, вып. 6, с. 1124—1126.
- Дзюбан Н. А. О районировании Куйбышевского водохранилища. — Бюл. Ин-та биол. водохр., 1960, № 8—9, с. 53—56.
- Дзюбан Н. А. Водохранилища как зоогеографический фактор. — Тр. Зоол. совещ. по типологии и биологическому обоснованию рыбохозяйственного использования внутр. (пресноводн.) водоемов южной зоны СССР. Кишинев, 1962, с. 105—110.
- Дзюбан Н. А. Северные вселенцы в Куйбышевское водохранилище. — В кн.: Матер. I науч.-техн. совещ. по изуч. Куйбышев. водохранилища. Куйбышев, 1963, вып. 3, с. 48—58.
- Дзюбан Н. А., Дзюбан М. Н. Зоопланктон Волги до образования каскада водохранилищ. — В кн.: Биологические продукционные процессы в бассейне Волги. Л., 1976, с. 82—89.
- Дзюбан Н. А., Елисеев А. И. Некоторые особенности гидрологического режима и биологических процессов в Черемшанском заливе Куйбышевского водохранилища. — В кн.: Сборник работ Комсомольской ГМО. Л., 1966, вып. 6, с. 19—25.
- Дзюбан Н. А., Кузнецова С. П. Зоопланктон как показатель загрязнения водохранилища. — Гидробиол. журн., 1978, т. 14, вып. 6, с. 42—46.
- Дзюбан Н. А., Слободчиков Н. Б. *Hypanis colorata* Eichwald 1829 (sin. *Monodactna colorata* Eichw, 1829, Милашевич, 1909, 1916) в волжских водохранилищах. — В кн.: Работы Тольятт. ГМО, 1979, т. 11, с. 87—90.
- Дзюбан Н. А., Урбан В. В. Численность и распределение некоторых северных вселенцев в зоопланктоне Куйбышевского водохранилища. — Первая конф. по изуч. водоемов бассейна Волги. Волга-1. Куйбышев, 1968, с. 110—111. (Тезисы докладов).
- Дзюбан Н. А., Урбан В. В. Влияние некоторых метеорологических элементов на развитие *Daphnia longispina*. — В кн.: Биологические процессы в морских и континентальных водоемах. Кишинев, 1970, с. 114—115.
- Дзюбан Н. А., Урбан В. В. Сезонные изменения зоопланктона в прибрежье Куйбышевского водохранилища. — В кн.: Матер. Первой конф. по изуч. водоемов бассейна Волги. Волга-1. Куйбышев, 1971, с. 135—146.
- Дзюбан Н. А., Урбан В. В. О вертикальной миграции зоопланктона в Куйбышевском водохранилище. — В кн.: Биологические продукционные процессы в бассейне Волги. Л., 1976, с. 103—111.
- Дрягин П. А. Формирование рыбных запасов в водохранилищах СССР. — Изв. ГосНИОРХ, 1961, т. 50, с. 382—394.
- Егерева И. В. Материалы по питанию леща, стерляди, густеры и судака

- в Куйбышевском водохранилище. — Тр. Тат. отд-ния ГосНИОРХ, 1960, вып. 9, с. 153—187.
- Егерева И. В.* Питание и пищевые взаимоотношения рыб Куйбышевского водохранилища. — Тр. Тат. отд-ния ГосНИОРХ, 1964, вып. 10, с. 142—162.
- Егерева И. В.* Краткие итоги работ по акклиматизации кормовых беспозвоночных. — Тр. Тат. отд-ния ГосНИОРХ, 1970, вып. 11, с. 48—50.
- Егерева И. В.* Общая оценка условий существования рыб в водохранилище. — Тр. Тат. отд-ния ГосНИОРХ, 1972, вып. 12, с. 42—45.
- Егерева И. В., Миловидов В. П., Миловидова Г. Ф.* Макробоентос и питание рыб. — Тр. Тат. отд-ния ГосНИОРХ, 1972, вып. 12, с. 32—41.
- Егерева И. В., Щукина А. А.* Питание рыб на мелководьях Куйбышевского водохранилища. — Изв. ГосНИОРХ, 1974, т. 89, с. 117—127.
- Елисеев А. И.* Динамика водных масс и распределение течений в Приплотинном плесе Куйбышевского водохранилища. — В кн.: Матер. I науч.-техн. совещ. по изуч. Куйбышев. водохр. Куйбышев, 1963, вып. 1, с. 79—87.
- Ермолин В. П.* Количественная характеристика питания леща *Abramis brama* L. в Саратовском водохранилище. — Вопр. ихтиологии, 1979, т. 19, № 6 (119), с. 1091—1097.
- Жадин В. И.* Донная фауна Волги от Свияги до Жигулей и ее возможные изменения. — Тр. ЗИН АН СССР, 1948, т. 8, № 3, с. 413—466.
- Житенева Т. С.* Питание леща на разных биотопах Рыбинского водохранилища. — В кн.: Биология внутренних вод. Информ. бюл. Л., 1980, № 46, с. 26—30.
- Зенин А. А.* Гидрохимия Волги и ее водохранилищ. Л., 1965. 258 с.
- Зимица О. Н., Стяжкина Е. Г.* Газовый режим р. Волги в районе г. Куйбышева. — Тр. Куйбышев. мед. ин-та, 1961, т. 16, с. 5—19.
- Зубенко Ф. С.* Берега Куйбышевского водохранилища. — В кн.: Берега Куйбышевского водохранилища. М.; Л., 1962, с. 154—188.
- Зубенко Ф. С.* Десятилетие развития берегов Куйбышевского водохранилища. — В кн.: Сборник работ Комсомольской ГМО. Л., 1968, вып. 8, с. 53—78.
- Иваньковское водохранилище и его жизнь.* Л., 1978. 304 с.
- Иватин А. В.* Микробиологическая характеристика Куйбышевского водохранилища в 1965 г. — Микробиология, 1968, т. 37, вып. 2, с. 360—366.
- Иватин А. В.* Динамика численности бактерий в воде и донных отложениях Куйбышевского водохранилища в 1966 г. — Микробиология, 1969, т. 38, вып. 3, с. 525—530.
- Иватин А. В.* Первичная продукция и деструкция органического вещества в Куйбышевском водохранилище в 1966 г. — В кн.: Биология внутренних вод. Информ. бюл. Л., 1970, № 8, с. 15—19.
- Иватин А. В.* Динамика численности бактерий в Куйбышевском водохранилище. — В кн.: Матер. Первой конф. по изуч. водоемов бассейна Волги. Волга-1. Куйбышев, 1971, с. 95—97.
- Иватин А. В.* Численность бактерий в воде Куйбышевского водохранилища и ее связь с количеством органо-минеральных взвесей. — Микробиология, 1973а, т. 42, вып. 3, с. 525—529.
- Иватин А. В.* Поглощение кислорода и деструкция органических соединений в донных отложениях Куйбышевского водохранилища. — Гидробиол. журн., 1973б, т. 9, № 5, с. 40—43.
- Иватин А. В.* Продукция фитопланктона и деструкция органического вещества в Куйбышевском водохранилище. — Гидробиол. журн., 1974, т. 10, № 3, с. 65—69.
- Иватин А. В.* Корреляция между общей численностью бактерий и количеством взвешенных веществ в воде Куйбышевского водохранилища. — В кн.: Биология внутренних вод. Информ. бюл. Л., 1975, № 26, с. 4—6.
- Иватин А. В.* Микробиологические процессы продуцирования и деструкции органического вещества в Куйбышевском водохранилище. Автореф. канд. дис. Куйбышев, 1979. 25 с.
- Иватин А. В.* Микробиологическая характеристика Куйбышевского водо-

- хранилища. — В кн.: Биология внутренних вод. Информ. бюл. Л., 1980, № 44, с. 5—8.
- Исюмова Н. А. Паразитофауна рыб водохранилищ СССР и пути ее формирования. Л., 1977. 284 с.
- Исюмова Н. А., Шигин А. А. Паразитофауна рыб Волги в районах Горьковского и Куйбышевского водохранилищ до их заливания. — Тр. Биол. ст. «Борок», 1958, вып. 3, с. 364—383.
- Иоффе Ц. И. Обзор выполненных работ по акклиматизации кормовых беспозвоночных для рыб в водохранилищах. — Изв. ГосНИОРХ, 1968, т. 67, с. 7—29.
- Иоффе Ц. И. Обогащение кормовой базы для рыб в водохранилищах СССР путем акклиматизации беспозвоночных. — Изв. ГосНИОРХ, 1974, т. 100, с. 3—223.
- Иоффе Ц. И., Зильберквит А. А. Перевозка мизид в Куйбышевское водохранилище. — Науч.-техн. бюл. ГосНИОРХ, 1960, № 11, с. 11—14.
- Карохин В. И. К фауне Plathelminthes рыб Среднего Поволжья. — Уч. Зап. Казан. гос. вет. ин-та, 1933, т. 16, с. 25—30.
- Карохин В. И. К фауне нематод рыб Среднего Поволжья. — Тр. Урал. гос. вет. ин-та. Троицк, 1935, вып. 1, с. 11—13.
- Кирпиченко М. Я. Изучение биологии моллюска *Dreissena polymorpha* Р. в Куйбышевском водохранилище. — Тр. Зональн. совещ. по типологии и биологическому обоснованию рыбохозяйственного использования внутр. (пресновод.) водоемов южной зоны СССР. Кишинев, 1962, с. 139—143.
- Кирпиченко М. Я. Экология онтогенетических стадий дрейссены в Волге и Каме. — В кн.: Матер. Первой конф. по изуч. водоемов бассейна Волги. Волга-1. Куйбышев, 1971, с. 175—180.
- Киселев И. А. К вопросу о качественном и количественном составе планктона водохранилищ на Волге. — Тр. ЗИН АН СССР. М.; Л., 1948, т. 8, вып. 3, с. 567—584.
- Ковалевская Р. З., Карабанович В. С. Первичная продукция планктона Волги и ее водохранилищ. — Водные ресурсы, 1975, № 1, с. 86—93.
- Кожова О. М. Фитопланктон и формирование гидробиологического режима Байкало-Ангарских водохранилищ. Автореф. докт. дис. Харьков, 1970. 32 с.
- Кожова О. М. Фитопланктон. — В кн.: Водохранилища Мира. М., 1979, с. 145—151.
- Козловский С. В. О распределении тюльки Куйбышевского водохранилища. — Вопр. ихтиологии, 1980, т. 20, № 3, с. 561—565.
- Колобов Н. В. К вопросу о характеристике основных климатообразующих факторов на территории Среднего Поволжья. — В кн.: Матер. I науч.-техн. совещ. по изуч. Куйбышев. водохр. Куйбышев, 1963, вып. 2, с. 81—92.
- Колобов Н. В. Климат Среднего Поволжья. Казань, 1968. 252 с.
- Колобов Н. В., Верещагин М. А. О влиянии Куйбышевского и Волгоградского водохранилищ на метеорологические условия в прибрежной зоне. — В кн.: Матер. I науч.-техн. совещ. по изуч. Куйбышев. водохр. Куйбышев, 1963, вып. 2, с. 92—96.
- Колосова Н. Н. Гидрохимический и гидробиологический режим водоемов надпойменной террасы р. Волги в пределах Куйбышевской области. — Тр. проблемных и тематич. совещаний. М.; Л., 1954, вып. 11, с. 64—67.
- Колосова Н. Н., Колосова Н. Н. О стоке органического вещества р. Волги. — Тр. Куйбышев. мед. ин-та, 1957а, т. 7, с. 105—112.
- Колосова Н. Н., Колосова Н. Н. Сток растворенных биогенных веществ р. Волги. — Тр. Куйбышев. мед. ин-та, 1957б, т. 7, с. 115—134.
- Константинов А. С. Темп формирования донной фауны на вновь заливаемых площадях и ее судьба после периодических спадов воды. — В кн.: Влияние хозяйственной деятельности человека на животный мир Саратовского Поволжья. Саратов, 1969, с. 14—21.
- Кораблев И. П. Организация рыболовства. — Тр. Тат. отд-ния ГосНИОРХ, 1972, вып. 12, с. 178—179.

- Кошева А. Ф. Заражение некоторых видов рыб Средней Волги личинками широкого лентеца (*Diphyllbothrium latum* L.) и кошачьей двуустки (*Opisthorchis felineus* Riv.). — Зоол. журн., 1952, т. 31, вып. 5, с. 779—780.
- Кошева А. Ф. Паразиты рыб Средней Волги, их эпидемиологическое значение. Автореф. канд. дис. Л., 1955. 17 с.
- Кошева А. Ф. Паразитофауна основных промысловых рыб Куйбышевского водохранилища (первый год существования). — Тр. Куйбышев. мед. ин-та, 1961, т. 16, с. 79—97.
- Кошева А. Ф. Трематоды рыб Приплотинного плеса Куйбышевского водохранилища за семь лет его существования. — Тр. Тат. отд-ния ГосНИОРХ, 1964, вып. 10, с. 275—288.
- Кошева А. Ф. Ленточные черви в рыбах Сусканского залива Куйбышевского водохранилища за семь лет его существования. — В кн.: Симпозиум по паразитам и болезням рыб в водохранилищах. М.; Л., 1965, с. 15—16. (Тезисы докладов).
- Кошева А. Ф. Цестоды рыб нижнего участка Куйбышевского водохранилища за 9 лет его существования. — Учен. зап. Казан. ун-та, 1968, т. 126, кн. 3, с. 19—48.
- Кудрявцев В. М. Численность, время генерации и продукция бактерий в Волге и ее водохранилищах. — Микробиология, 1973, т. 42, вып. 1, с. 141—146.
- Кудрявцев В. М. Продукция фитопланктона, деструкция органического вещества и численность бактерий в Волге и ее водохранилищах (июль, 1969 г.). — В кн.: Флора, фауна и микроорганизмы Волги. Рыбинск, 1974а, с. 19—27.
- Кудрявцев В. М. Первичная продукция и деструкция органического вещества в Волге и ее водохранилищах в 1970 г. — В кн.: Флора, фауна и микроорганизмы Волги. Рыбинск, 1974б, с. 35—45.
- Кудрявцев В. М. Бактериальная деструкция органического вещества водорослей. Автореф. канд. дис. М., 1975. 38 с.
- Кузнецов В. А. Особенности воспроизводства рыб в условиях зарегулированного стока реки. Казань, 1978. 160 с.
- Кузнецов С. И. Роль микроорганизмов в круговороте веществ в озерах. М., 1952. 300 с.
- Кузнецов С. И., Романенко В. И. Микробиологическая характеристика Цимлянского водохранилища. — В кн.: Микрофлора, фитопланктон и высшая растительность внутренних водоемов. Л., 1967, с. 3—16.
- Кузьмин Г. В. Современное состояние фитопланктона Волги. — В кн.: Матер. Второй конф. по изучению водоемов бассейна Волги. Волга-2. Борок, 1974, с. 85—90.
- Кузьмин Г. В. Водоросли планктона Шекснинского и сопредельной акватории Рыбинского водохранилища. — В кн.: Биология, морфология и систематика водных организмов. Л., 1976, с. 3—60.
- Кузьмин Г. В., Ожипкин А. Г. Фитопланктон р. Волги на трассе строительства Чебоксарского водохранилища и прогноз его альгологического режима. — В кн.: Антропогенные факторы в жизни водоемов. Л., 1975, с. 32—47.
- Курбангалиева Х. М., Мелентьева Р. Р. Материалы по зоопланктону и зообентосу Свияжского залива Куйбышевского водохранилища. — В кн.: Фауна крупнейших притоков Волги в условиях зарегулированного стока. Казань, 1972, с. 5—21.
- Лаверентьева Г. М. Фитопланктон водохранилищ Волжского каскада. — Изв. ГосНИОРХ, 1977, т. 114, с. 89—116.
- Лапицкий Н. П. Цимлянское водохранилище. — Изв. ВНИОРХ, 1961, т. 50, с. 102—118.
- Лапицкий И. И. Направленное формирование ихтиофауны и управление численностью популяций рыб в Цимлянском водохранилище. — Тр. Волгоград. отд-ния ГосНИОРХ, 1970, т. 4, с. 3—280.
- Лапицкий И. И. Биопродукционные возможности Цимлянского водохрани-

- лица и степень использования кормовых ресурсов рыбами. — Тр. Волгоград. отд-ния ГосНИОРХ, 1974, т. 8, с. 83—115.
- Липин А. Н. К биологии *Polypodium hydriforme*. — Тр. О-ва естествоиспыт. при Казанск. ун-те, 1910, т. 42, вып. 5, с. 3—24.
- Липин А. Н. К вопросу о числе и расположении гонад у *Polypodium hydriforme*. — Изв. Рус. гидробиол. журн., 1922, т. I, № 2, с. 41—43, № 3, с. 91—97.
- Логашев М. В. Рыбное хозяйство р. Волги в границах Татарской республики. — Изв. ВНИОРХ, 1933, т. 17, с. 49—98.
- Лукин А. В. Основные черты экологии осетровых в Средней Волге. Часть I. — Тр. О-ва естествоисп. при Казанск. ун-те, 1947, т. 57, вып. 3—4, с. 39—143.
- Лукин А. В. Возраст полового созревания и продолжительность жизни рыб как один из факторов борьбы за существование. — Изв. КФАН СССР, 1949, № 1, с. 77—81.
- Лукин А. В. Куйбышевское водохранилище. — Изв. ГосНИОРХ, 1961, т. 50, с. 62—76.
- Лукин А. В. Сазан. — Тр. Тат. отд-ния ГосНИОРХ, 1972, вып. 12, с. 132—145.
- Лукин А. В. Биологическая дифференциация локальных стад леща Куйбышевского водохранилища. — Зоол. журн., 1975, т. 54, вып. 7, с. 1037—1046.
- Лукин А. В. Стерлядь Куйбышевского водохранилища. — В кн.: Биологические основы развития осетрового хозяйства в водоемах СССР. М., 1979, с. 146—154.
- Лукин А. В., Курбангалиева Х. М. Свияжский залив Куйбышевского водохранилища и его значение в воспроизводстве рыбных запасов. — В кн.: Результаты количественного изучения фауны Свияжского залива Куйбышевского водохранилища в период ее формирования. Казань, 1965, с. 3—30.
- Лукин А. В., Разинов И. П. Рост леща в Волге и Каме в первые годы существования Куйбышевского водохранилища. — Тр. Тат. отд-ния ГосНИОРХ, 1958, вып. 8, с. 218—226.
- Лукин Е. И. К познанию фауны пиявок Куйбышевского водохранилища. — Бюл. Ин-та биол. водохр., 1962, вып. 12, с. 30—31.
- Луфферов В. П. О пищевых связях хищных тендипед в Рыбинском водохранилище. — Бюл. Ин-та биол. водохр., 1958, вып. 2, с. 16—19.
- Любарская О. Д. Особенности формирования паразитофауны молоди рыб Куйбышевского водохранилища. — В кн.: Первая конф. по изуч. водоемов бассейна Волги. Тольятти, 1968, с. 182—183. (Тезисы докладов).
- Любин В. А. Изменения в составе фауны малощетинковых червей Куйбышевского водохранилища. — Гидробиол. журн., 1974, т. 10, № 6, с. 47—52.
- Ляхов С. М. Основные черты распределения бентоса в Куйбышевском водохранилище. — В кн.: Матер. I науч.-техн. совещ. по изучен. Куйбышев. водохр. Куйбышев, 1963, вып. 3, с. 83—88.
- Ляхов С. М. О прибрежном бентосе в Куйбышевском водохранилище. — В кн.: Биология внутренних вод. Информ. бюл. Л., 1972, № 14, с. 10—14.
- Ляхов С. М. Многолетние изменения бентоса в Куйбышевском водохранилище. — Гидробиол. журн., 1974, т. 4, с. 21—23.
- Ляхов С. М., Михеев В. П. Распределение и количество дрейссены в Куйбышевском водохранилище на седьмом году его существования. — В кн.: Биология дрейссены и борьба с ней. М.; Л., 1964, с. 3—18.
- Марголина Г. Л. К вопросу о питании *Tendipes plumosus* в Рыбинском водохранилище. — Тр. Ин-та биол. водохр., 1961, вып. 4 (7), с. 246—250.
- Марголина Г. Л. Распространение бактерий, окисляющих углеводороды нефтяных загрязнений в водохранилищах Волги и Дона. — В кн.: Микрофлора, фитопланктон и высшая растительность внутренних водоемов. Л., 1967а, с. 39—44.
- Марголина Г. Л. Интенсивность процессов распада органического вещества в водохранилищах Волги и Дона летом 1965 г. — В кн.: Микрофлора,

- фитопланктон и высшая растительность внутренних водоемов. Л., 19676, с. 45—53.
- Марголина Г. Л.* Интенсивность процессов бактериального разрушения органических веществ в водохранилищах. Автореф. канд. дис. М., 1969. 18 с.
- Материалы* наблюдений на водохранилищах. Дополнение к гидрологическому ежегоднику. Куйбышев, 1970—1977, т. 4, вып. 4 (8), с. 84—96, 154—179, 150—155, 174—182, 152—158, 180—196.
- Мазотин Ю. М.* Синец. — Тр. Тат. отд-ния ГосНИОРХ, 1972, вып. 12, с. 161—163.
- Мазотин Ю. М.* Эффективность нереста рыб в Куйбышевском водохранилище и определяющие ее факторы. — *Вопр. ихтиологии*, 1977, т. 17, вып. 1 (102), с. 27—38.
- Мазотин Ю. М., Шаронов И. В.* Промыслово-биологическая характеристика ихтиофауны Куйбышевского водохранилища. — В кн.: Матер. итоговой науч. конф. зоологов Волго-Камского края. Казань, 1970, с. 348—355.
- Мазотина М. К.* Распределение и численность промысловых рыб Куйбышевского водохранилища и обуславливающие их факторы. — Тр. Тат. отд-ния ГосНИОРХ, 1972, вып. 12, с. 5—6.
- Мазотина М. К., Соколова Н. К.* Зоопланктон заливов. — Тр. Тат. отд-ния ГосНИОРХ, 1972, вып. 12, с. 24—31.
- Миловидов В. П.* Макробоентос мелководий Куйбышевского водохранилища. — *Изв. ГосНИОРХ*, 1974, т. 89, с. 111—116.
- Миловидов В. П.* Зообентос заливов Куйбышевского водохранилища. Автореф. канд. дис. Казань, 1975. 22 с.
- Миловидов В. П.* Результаты акклиматизации монодакны в Куйбышевском водохранилище. — *Рыбн. хоз-во*, 1980, № 6, с. 46—47.
- Миргородченко Н. Н.* Материалы по фитопланктону Куйбышевского водохранилища 1963—1964 гг. — В кн.: Второе совещ. молодых науч. работников ГосНИОРХ. Л., 1966, с. 30—32.
- Миргородченко Н. Н.* Особенности альгологического режима в летне-осенний период 1964—1966 гг. — В кн.: Первая конф. по изуч. водоемов бассейна Волги. Тольятти, 1968, с. 99—100. (Тезисы докладов).
- Миргородченко Н. Н.* Фитопланктон Куйбышевского водохранилища в 1963—1966 гг. — Тр. Тат. отд-ния ГосНИОРХ, 1970, вып. 11, с. 17—23.
- Митропольский В. И.* Особенности биологии сфериид верхневолжских водохранилищ. Автореф. канд. дис. Л., 1970. 26 с.
- Михеева И. В.* Динамика численности бактерий в Куйбышевском водохранилище в связи с некоторыми гидрологическими факторами. — В кн.: Матер. I науч.-техн. совещ. по изуч. Куйбышев. водохр. Куйбышев, 1963, вып. 3, с. 95—101.
- Михеева И. В.* Динамика численности бактерий в водной толще Куйбышевского водохранилища в 1960—1961 гг. — В кн.: Продуцирование и круговорот органического вещества во внутренних водоемах. М.; Л., 1966, с. 204—207.
- Михеева Т. М., Бусько С. А.* К изучению фитопланктона Волги и его продукционных особенностей. — *Водные ресурсы*, 1975, № 1, с. 101—109.
- Мордухай-Болтовской Ф. Д.* К вопросу о формировании бентоса в крупных водохранилищах на примере Рыбинского водохранилища. — *Зоол. журн.*, 1955, т. 34, № 5, с. 975—985.
- Мордухай-Болтовской Ф. Д.* Каспийские мизиды в р. Шексне. — *Природа*, 1957, № 7, с. 99—100.
- Мордухай-Болтовской Ф. Д.* Первые стадии формирования бентоса в Куйбышевском водохранилище. — Тр. Ин-та биол. водохр., 1959, вып. 1 (4), с. 118—138.
- Мордухай-Болтовской Ф. Д.* Процесс формирования бентоса в Горьковском и Куйбышевском водохранилищах. — Тр. Ин-та биол. водохр., 1961, вып. 4 (7), с. 49—177.
- Мордухай-Болтовской Ф. Д.* Основные трофические связи в волжских водохранилищах. — Тр. Ин-та биол. водохр., 1963, вып. 5 (8), с. 36—45.

- Мордухай-Болтовской Ф. Д.* Бентос крупных водохранилищ на Волге. — В кн.: Матер. Первой конф. по изуч. водоемов бассейна Волги. Волга-1. Куйбышев, 1971, с. 123—127.
- Мордухай-Болтовской Ф. Д.* Состояние бентоса озерной части Горьковского водохранилища в 1963—1969 гг. — В кн.: Биология внутренних вод. Информ. бюл. Л., 1972, № 16, с. 16—19.
- Мордухай-Болтовской Ф. Д., Грезе И. И.* Подотряд Бокоплавцы. — В кн.: Определитель фауны Черного и Азовского морей. Киев, 1969, ч. 2, с. 443—489.
- Мороховец Л. В.* Фитопланктон Куйбышевского водохранилища в год его заполнения. — Тр. Ин-та биол. водохр., 1959, вып. 2 (5), с. 22—30.
- Никольский Г. В., Поддубный А. Г., Фортунатов М. А.* Рыбное хозяйство как необходимый элемент комплексного использования водохранилищ. — В кн.: Биологические продукционные процессы в бассейне Волги. Л., 1976, с. 127—134.
- Никулин П. И.* Режим уровней и стогно-нагонные явления на Куйбышевском водохранилище. — В кн.: Сборник работ по гидрологии. Л., 1961, № 2, с. 33—46.
- Никулин П. И.* Куйбышевское водохранилище и изучение его гидрометеорологического режима. — В кн.: Сборник работ Комсомольской ГМО. Куйбышев, 1962а, вып. 1, с. 3—37.
- Никулин П. И.* Осадки, выпадающие в районе Куйбышевского водохранилища, и их роль в его водном балансе. — В кн.: Сборник работ Комсомольской ГМО. Куйбышев, 1962б, вып. 1, с. 108—138.
- Никулин П. И.* Ледовый режим Куйбышевского водохранилища. — В кн.: Сборник работ Комсомольской ГМО. Куйбышев, 1962в, вып. 2, с. 75—110.
- Никулин П. И.* Стогно-нагонные изменения уровня воды в водохранилищах и методика его расчета и прогноза. — В кн.: Сборник работ Комсомольской ГМО. Куйбышев, 1964, вып. 4, с. 80—123.
- Никулин П. И., Пицк А. В., Троицкая А. Ф.* Уровненный режим Куйбышевского водохранилища и изображение его на картах водоема. — В кн.: Сборник работ Комсомольской ГМО. Куйбышев, 1966, вып. 7, с. 16—45.
- Обедиентова Г. В.* Геоморфологическая карта долины Волги и прилегающих территорий. М., 1965.
- Обедиентова Г. В.* Эрозионные циклы и формирование долины Волги. М., 1977. 240 с.
- Осипова В. Б.* Размножение сазана на Черемшанском плесе Куйбышевского водохранилища. — Биол. науки, 1978, № 10 (178), с. 55—58.
- Остапеня А. П., Дубко Н. В., Гинько Г. В.* Сестон среднего течения Волги. — Водные ресурсы, 1975, № 1, с. 127—134.
- Остроумов А. А.* Характеристика поколений леща и судака Рыбинского водохранилища. — Тр. Ин-та биол. водохр., 1959, вып. 1 (4), с. 211—234.
- Пидгайко М. Л.* Расчет дополнительной рыбопродукции Волжского каскада за счет резервов зоопланктона. — Изв. ГосНИОРХ, 1978, т. 138, с. 112—115.
- Пицк И. В.* Некоторые характеристики уровенной поверхности Куйбышевского водохранилища. — В кн.: Сборник работ Комсомольской ГМО. Куйбышев, 1971, вып. 9, с. 180—206.
- Пицк И. В.* Характеристика статического уровня воды Куйбышевского водохранилища. — В кн.: Сборник работ Тольяттинской ГМО. Куйбышев, 1973, вып. 10, с. 34—46.
- Поддубный А. Г.* Состояние ихтиофауны Куйбышевского водохранилища в начальный период его существования. — Тр. Ин-та биол. водохр., 1959, вып. 1 (4), с. 269—297.
- Поддубный А. Г.* О продолжительности периода формирования стад рыб в волжских водохранилищах. — В кн.: Биологические аспекты изучения водохранилищ. М.; Л., 1963, с. 178—183.
- Поддубный А. Г., Фортунатов М. А.* Проблема рыбохозяйственного использования водохранилищ разных географических зон. — Вopr. ихтиологии, 1961, т. I, вып. 4 (21), с. 599—611.

- Приймаченко А. Д. Фитопланктон Волги от Ярославля до Сталинграда. — Тр. Ин-та биол. водохр., 1959, вып. 2 (5), с. 52—65.
- Приймаченко А. Д. Фитопланктон Волги от Ярославля до Волгограда в первые годы после сооружения Горьковской и Куйбышевской плотин. — В кн.: Растительность волжских водохранилищ. М.; Л., 1966а, с. 3—35.
- Приймаченко А. Д. Основные особенности развития волжского фитопланктона после сооружения Горьковской и Куйбышевской плотин. — Гидробиол. журн., 1966б, т. 2, № 2, с. 17—25.
- Пушкин Ю. А., Антонова Е. Л. Тюлька *Clupeonella delicatula caspia m. tschazahalensis* (Bor.) как новый компонент иктофауны Камских водохранилищ. — Тр. Перм. лаб. ГосНИОРХ, 1977, т. 1, с. 15—29.
- Пырина И. Л. Первичная продукция фитопланктона в Ивановском, Рыбинском и Куйбышевском водохранилищах в зависимости от некоторых факторов. — В кн.: Продуцирование и круговорот органического вещества во внутренних водоемах. М.; Л., 1966, с. 249—270.
- Пырина И. Л. Эффективность утилизации солнечной энергии при фотосинтезе планктона волжских водохранилищ. — В кн.: Лучистые факторы жизни водных организмов. Л., 1967, с. 34—42.
- Пырина И. Л. Определение первичной продукции фитопланктона по максимальному фотосинтезу, суммарной солнечной радиации и прозрачности воды. — Гидробиол. журн., 1979, т. 15, № 6, с. 109—113.
- Разумов А. С. Прямой метод учета бактерий в воде. Сравнение его с методом Коха. — Микробиология, 1932, т. 1, вып. 2, с. 131—146.
- Романенко В. И. Сравнение кислородного и радиоуглеродного методов определения интенсивности фотосинтеза фитопланктона. — В кн.: Микрофлора, фитопланктон и высшая растительность внутренних водоемов. Л., 1967а, с. 54—60.
- Романенко В. И. Соотношение между фотосинтезом фитопланктона и деструкцией органического вещества в водохранилищах. — В кн.: Микрофлора, фитопланктон и высшая растительность внутренних водоемов. Л., 1967б, с. 61—74.
- Романенко В. И. Микрофлора Волги и некоторых водоемов ее бассейна. — В кн.: Матер. первой конф. по изуч. водоемов бассейна Волги. Куйбышев, 1971, с. 89—94.
- Романенко В. И. Интенсивность дыхания и фотосинтеза микрофлоры в фильтрованных и нефилтрированных пробах воды в Волге. — В кн.: Биология внутренних вод. Информ. бюл. Л., 1973, № 17, с. 5—7.
- Романенко В. И., Добрынин Э. Г. Потребление кислорода, темновая ассимиляция CO_2 и интенсивность фотосинтеза в натуральных и профильтрованных пробах воды. — Микробиология, 1973, т. 42, вып. 4, с. 573—575.
- Романенко В. И., Кузнецов С. И. Экология микроорганизмов пресных водоемов. Лабораторное руководство. Л., 1974. 194 с.
- Романенко В. И., Романенко В. А. Деструкция органического вещества в иловых отложениях Рыбинского водохранилища. — В кн.: Физиология водных организмов и их роль в круговороте органического вещества. Л., 1969, с. 24—31.
- Рубцов И. А. Мермитиды Куйбышевского водохранилища. — В кн.: Флора, фауна и микроорганизмы Волги. Рыбинск, 1974, с. 175—198.
- Рутковский В. И. Электропроводность, температура и распределение водных масс в Горьковском и Куйбышевском водохранилищах. — В кн.: Матер. I науч.-техн. совещ. по изуч. Куйбышев. водохр. Куйбышев, 1963, вып. 1, с. 162—171.
- Рухлядев Ю. П. К вопросу о суточных миграциях и пульсациях потамопланктона. — Тр. Куйбышев. мед. ин-та. Куйбышев, 1961, т. 16, с. 160—166.
- Рыбинское водохранилище и его жизнь. Л., 1972. 364 с.
- Рыкачев М. А. Повторяемость ветров со скоростями разных степеней в России. — В кн.: Естественные производительные силы России. Петроград, 1919, т. 1, ч. 1, с. 19—24.

- Салманов М. А.* Микробиологическая характеристика Куйбышевского водохранилища. — Микробиология, 1959а, т. 28, вып. 4, с. 557—564.
- Салманов М. А.* Динамика численности бактерий в водной толще Куйбышевского водохранилища. — Тр. Ин-та биол. водохр., 1959б, вып. 2 (5), с. 15—21.
- Салманов М. А.* Время генерации бактерий и их выедание зоопланктоном в Куйбышевском водохранилище. — Зоол. журн., 1964, т. 43, вып. 6, с. 809—814.
- Салманов М. А.* Численность и распределение бактерий, участвующих в круговороте азота, в Куйбышевском водохранилище. — В кн.: Продукцирование и круговорот органического вещества во внутренних водоемах. М.; Л., 1966, с. 208—215.
- Салманов М. А., Сорокин Ю. И.* Первичная продукция и деструкция органического вещества в Куйбышевском водохранилище. — Тр. Всесоюз. совещ. по биологическим основам рыбохозяйственного освоения водохранилищ. Л., 1961, вып. 11, с. 61—64.
- Салманов М. А., Сорокин Ю. И.* Первичная продукция Куйбышевского водохранилища. — Изв. АН СССР, 1962, № 4, с. 603—613.
- Себенцов Б. Н., Мейснер Е. В.* Рыбоводно-биологические обоснования рыбохозяйственного освоения Угличского водохранилища. — Тр. ВНИПРХ, 1947, т. 4, с. 25—71.
- Сильченко Г. Ф., Колманович Л. С.* Чехонь. — Тр. Тат. отд-ния ГосНИОРХ, 1972, вып. 12, с. 155—160.
- Скопинцев Б. А.* Органическое вещество в природных водах. — Тр. Гос. океанограф. ин-та. Л., 1950, вып. 17 (29), с. 36—42.
- Скопинцев Б. А., Карпов А. В., Тимофеева С. И.* Опыт применения автоклава для минерализации органических веществ природных вод. — Гидрохим. матер., 1963, т. 35, с. 183—199.
- Скрябин К. И.* К фауне паразитических червей стерлядей Волжского бассейна. — Рус. гидробиол. журн., 1924, т. 3, № 3—5, с. 28—36.
- Смирнова М. И.* Биоценотические связи гельминтов некоторых позвоночных животных побережья Куйбышевского водохранилища. Автореф. канд. дис. Казань, 1970. 22 с.
- Сорокин Ю. И.* Первичная продукция органического вещества в водной толще Рыбинского водохранилища. — Тр. Биол. ст. «Борок», 1958, вып. 3, с. 66—88.
- Сорокин Ю. И.* О содержании сульфидов в грунтах Черемшанского и Сусканского заливов Куйбышевского водохранилища. — Бюл. Ин-та биол. водохр., 1960, № 6, с. 3—6.
- Сорокин Ю. И.* Продукция фотосинтеза в волжских водохранилищах в конце июня 1959 г. — Бюл. Ин-та биол. водохр., 1961, № 11, с. 3—6.
- Справочник по климату СССР.* Л., 1966, ч. I, вып. 12. 76 с.
- Стройкина В. Г.* Численность и биомасса синезеленых водорослей в поверхностном слое воды Куйбышевского водохранилища в период цветения в 1957 и 1958 гг. — Бюл. Ин-та биол. водохр., 1960, № 8—9, с. 9—14.
- Стройкина В. Г.* Сезонная динамика фитопланктона в Куйбышевском водохранилище. — В кн.: Матер. I науч.-техн. совещ. по изуч. Куйбышев. водохр. Ставрополь-на-Волге, 1962а, с. 174—175.
- Стройкина В. Г.* Основные черты формирования фитопланктона Куйбышевского водохранилища. — Тр. Зонального совещ. по лимнологии и биологич. обоснованию рыбхоз. использования внутр. (пресных) водоемов южной зоны СССР. Кишинев, 1962б, с. 196—199.
- Стройкина В. Г.* Сезонная динамика фитопланктона в Куйбышевском водохранилище. — В кн.: Матер. I науч.-техн. совещ. по изуч. Куйбышев. водохр. Куйбышев, 1963, вып. 3, с. 111—117.
- Структура островных экосистем Куйбышевского водохранилища.* М., 1980. 174 с.
- Суворова Т. Ф., Якубов Ш. А.* О гетерогенности леца реки Волги. В кн.: Проблемы охраны вод и рыбных ресурсов Поволжья. Казань, 1980, с. 149—151.

- Тимохина А. Ф. Структура сообщества зоопланктона и его энергетический баланс в Куйбышевском и Саратовском водохранилищах. — В кн.: Пресноводные гидробионты и их биология. Л., 1983. (В печати).
- Топачевский А. В., Сиренко Л. А., Цеев Я. Я. Антропогенное евтрофирование водохранилищ, «цветение» воды и методы его регулирования. — Водные ресурсы, 1975, № 1, с. 48—60.
- Третьякова С. И. Растворенный кислород и двуокись углерода в воде Куйбышевского водохранилища в 1975—1976 гг. — В кн.: Биология внутренних вод. Информ. бюл. Л., 1979, № 43, с. 57—61.
- Троицкая А. Ф. Водный баланс Куйбышевского водохранилища и точность определения его составляющих. — В кн.: Сборник работ Комсомольской ГМО. Л., 1971, вып. 9, с. 56—77.
- Туйст Ф. Т. Обнаружение метацеркариев *Opisthorchis felinus* в рыбах водоемов окрестностей Казани. — Тр. Тат. отд-ния ВНИОРХ, 1951, вып. 6, с. 217—220.
- Федулова Е. М. О сильном волнении на Куйбышевском водохранилище. — В кн.: Сборник работ Комсомольской ГМО. Куйбышев, 1962, вып. 2, с. 172—197.
- Федулова Е. М. Волновой режим Куйбышевского водохранилища. — В кн.: Матер. I науч.-техн. совещ. по изуч. Куйбышев. водохр. Куйбышев, 1963, вып. 1, с. 188—196.
- Федулова Е. М. Сильный ветер над акваторией Куйбышевского водохранилища. — В кн.: Сборник работ Комсомольской ГМО. Л., 1971, вып. 9, с. 78—114.
- Федулова Е. М. Ветровой режим Куйбышевского водохранилища. — В кн.: Метеорологические и климатологические условия Среднего Поволжья. Казань, 1974, с. 116—140.
- Фенюк В. Ф. Донное население временно затопляемой зоны Рыбинского водохранилища. — Тр. Дарвин. зап., 1961, т. 7, с. 277—308.
- Фортунатов М. А. Цветность и прозрачность воды Рыбинского водохранилища. — Тр. Ин-та биол. водохр., 1959, вып. 2 (5), с. 246—357.
- Фортунатов М. А. О некоторых проблемах изучения Волги и водоемов Волжского бассейна. — В кн.: Матер. Первой конф. по изуч. водоемов бассейна Волги. Куйбышев, 1971а, с. 11—18.
- Фортунатов М. А. Цветность и прозрачность вод Верхневолжских водохранилищ. — В кн.: Абиотические факторы биологического круговорота в водоемах. Л., 1971б, с. 86—100.
- Харитонов Б. Д. Районирование берегов Куйбышевского водохранилища по условиям переработки и задачи натурных наблюдений. — В кн.: Матер. I науч.-техн. совещ. по изуч. Куйбышев. водохр. Куйбышев, 1963, вып. 6, с. 135—140.
- Хоружев А. П. Грозы и шквалы на акватории Куйбышевского водохранилища и в районе Волжской ГЭС им. В. И. Ленина. — В кн.: Сборник работ Комсомольской ГМО. Л., 1968, вып. 8, с. 104—115.
- Хузеева Д. М., Гончаренко К. С. Судак. — Тр. Тат. отд-ния ГосНИОРХ, 1972, вып. 12, с. 115—125.
- Цыпलाков Э. П. Лещ. — Тр. Тат. отд-ния ГосНИОРХ, 1972, вып. 12, с. 68—113.
- Цыпलाков Э. П. Рыбохозяйственное значение мелководной зоны Куйбышевского водохранилища. — Изв. ГосНИОРХ, 1974, т. 89, с. 138—150.
- Цыпलाков Э. П. Рыбопродукционные возможности Куйбышевского водохранилища. — В кн.: Биология внутренних вод. Информ. бюл. Л., 1980, № 47, с. 46—49.
- Цыпलाков Э. П., Гончаренко К. С., Сильченко Г. Ф. Значение мелководий для нагула взрослых рыб Куйбышевского водохранилища. — Изв. ГосНИОРХ, 1974, т. 89, с. 128—137.
- Черенкова В. А. Паразитофауна малоценных и сорных рыб Свияжского залива Куйбышевского водохранилища. — Уч. Зап. Казан. ун-та, 1968, т. 126, кн. 3, с. 112—133.
- Чернышева Э. Р., Соколова К. Н. Зоопланктон Куйбышевского водохрани-

- лица в 1958—1959 гг. — Тр. Тат. отд-ния ГосНИОРХ, 1960, вып. 9, с. 40—70.
- Чернышева Э. Р., Соколова Е. Н.* Зоопланктон Куйбышевского водохранилища в 1960 и 1962 гг. — Тр. Тат. отд-ния ГосНИОРХ, 1964, вып. 10, с. 65—79.
- Чигиринская К. П.* Штормообразующие процессы на Куйбышевском водохранилище. — В кн.: Сборник работ Комсомольской ГМО. Куйбышев, 1962, вып. 4, с. 78—107.
- Чигиринская К. П.* Характеристика условий возникновения штормов на Куйбышевском водохранилище. — В кн.: Матер. I науч.-техн. совещ. по изуч. Куйбышевского водохр. Куйбышев, 1963, вып. 2, с. 135—144.
- Чигиринская К. П.* Весенние синоптические процессы над Средним Поволжьем. — В кн.: Сборник работ Тольяттинской ГМО. Л., 1973, вып. 10, с. 116—128.
- Чигиринская К. П., Дажина Н. Н.* «Ныряющие» циклоны и штормовая деятельность на Куйбышевском водохранилище в навигационные периоды. — В кн.: Сборник работ Комсомольской ГМО. Л., 1966, вып. 7, с. 74—82.
- Чигиринский П. Ф.* К вопросу о колебаниях уровня воды на Куйбышевском водохранилище. — Изв. Казан. фил. АН СССР. Сер. энерг. и водн. хоз-ва. Казань, 1961, вып. 3, с. 265—273.
- Чигиринский П. Ф.* О течении в Куйбышевском водохранилище на основании четырехлетних наблюдений. — В кн.: Сборник работ Комсомольской ГМО. Куйбышев, 1962, вып. 2, с. 200—233.
- Чигиринский П. Ф.* Распространение длинных волн на Куйбышевском водохранилище и их взаимосвязь с течением. — В кн.: Матер. I науч.-техн. совещ. по изуч. Куйбышев. водохр. Куйбышев, 1963, вып. 1, с. 220—229.
- Чигиринский П. Ф.* Сточное течение в Куйбышевском водохранилище по данным съемок 1963 и 1964 гг. — В кн.: Сборник работ Комсомольской ГМО. Куйбышев, 1966, вып. 7, с. 83—100.
- Чигиринский П. Ф.* Исследование гидрометеорологических условий образования волн и течений в Куйбышевском водохранилище. — В кн.: Сборник работ Комсомольской ГМО. Л., 1971, вып. 9, с. 121—155.
- Чикова В. М.* Размножение основных промысловых рыб в Черемшанском заливе Куйбышевского водохранилища в 1960 и 1961 гг. — В кн.: Матер. по биологии и гидрологии волжских водохранилищ. М.; Л., 1963, с. 95—98.
- Чикова В. М.* Состояние нерестовых стад и размножение рыб в Черемшанском и Суванском заливах Куйбышевского водохранилища. — В кн.: Биология рыб волжских водохранилищ. М.; Л., 1966, с. 29—45.
- Чикова В. М.* Питание окуня в осушной зоне Приплотинного плеса Куйбышевского водохранилища. — Вopr. ихтиологии, 1970, т. 10, вып. 3 (62), с. 462—467.
- Чикова В. М.* О локальных стадах окуня в Куйбышевском водохранилище. — Вopr. ихтиологии, 1973, т. 13, вып. 4 (81), с. 596—602.
- Чикова В. М.* Закономерности образования локальных стад массовых видов рыб в Куйбышевском водохранилище. — В кн.: Изучение и охрана водных ресурсов. М., 1975, с. 5—6.
- Шаронов И. В.* Некоторые закономерности в формировании ихтиофауны Куйбышевского водохранилища. — Тр. зональн. совещ. по типологии и биологическому обоснованию рыбохозяйственного использования внутр. (пресновод.) водоемов южной зоны СССР. Кишинев, 1962, с. 397—404.
- Шаронов И. В.* Динамика возрастного состава и рост судака в Куйбышевском водохранилище. — В кн.: Биологические аспекты изучения водохранилищ. М.; Л., 1963, с. 201—216.

- Шаронов И. В.* Результаты мечения леща в Куйбышевском водохранилище. — В кн.: Биология рыб волжских водохранилищ. М.; Л., 1966, с. 255—260.
- Шаронов И. В.* Морфологические различия локальных стад тюльки в Куйбышевском водохранилище. — В кн.: Первая конф. по изуч. водоемов бассейна Волги. Волга-1. Тольятти, 1968а, с. 214—216. (Тезисы докладов).
- Шаронов И. В.* Динамика численности поколений и рост леща в Куйбышевском водохранилище. — В кн.: Биология и трофические связи пресноводных беспозвоночных и рыб. Л., 1968б, с. 151—179.
- Шаронов И. В.* Расширение ареалов некоторых рыб в связи с гидростроительством. — В кн.: Первая конф. по изуч. водоемов бассейна Волги. Волга-1. Тольятти, 1968в, с. 212—213. (Тезисы докладов).
- Шилова А. И.* Материалы по биологии мотыля (*Tendipes Mg.*) в Рыбинском водохранилище. — Тр. Биол. ст. «Борок», 1958, вып. 3, с. 250—258.
- Шилова А. И.* О так называемых личиночных группах хирономид. — В кн.: Биология внутренних вод. Информ. бюл. Л., 1974, № 24, с. 31—37.
- Широков В. М.* Некоторые вопросы режима прозрачности и мутности воды Куйбышевского водохранилища. — Изв. Казанск. фил. АН СССР. Сер. энерг. и водн. хоз-ва. Казань, 1961, вып. 3, с. 215—223.
- Широков В. М.* Гидрологический режим Куйбышевского водохранилища. — В кн.: Берега Куйбышевского водохранилища. М.; Л., 1962а, с. 135—153.
- Широков В. М.* Режим прозрачности и мутности воды Куйбышевского водохранилища. — В кн.: Сборник работ Комсомольской ГМО. Куйбышев, 1962б, вып. 2, с. 173—199.
- Широков В. М.* Некоторые особенности ледового режима Куйбышевского водохранилища. — В кн.: Матер. I науч.-техн. совещ. по изуч. Куйбышев. водохр. Куйбышев, 1963, вып. 1, с. 230—238.
- Широков В. М.* Баланс наносов и донные отложения Куйбышевского водохранилища. — В кн.: Совещание по вопросам круговорота вещества и энергии в озерных водоемах. Лиственничное на Байкале, 1964, с. 29—31. (Тезисы докладов).
- Широков В. М.* Формирование современных донных отложений в Куйбышевском водохранилище. — Тр. Куйбышев. гидромет. обсерватории. Л., 1965, вып. 5, с. 28—32.
- Широков В. М.* Интенсивность заиления крупных искусственных водоемов лесостепной зоны на примере Куйбышевского водохранилища. — В кн.: Сборник работ Комсомольской ГМО. Л., 1966, вып. 6, с. 116—124.
- Широков В. М.* Влияние процесса обрушения берегов на заиление крупных водохранилищ. — Тр. совещания по изучению берегов водохранилищ и вопросов дренажа в условиях Сибири. Новосибирск, 1969, вып. 1, с. 267—281.
- Шмидтов А. И.* Роль и значение хищных рыб в водоемах ТАССР и их перспективы в Куйбышевском водохранилище. — Учен. зап. Куйбышев. гос. ун-та, 1953, т. 113, кн. 1, с. 179—194.
- Экзерцев В. А.* Некоторые закономерности в распределении зарослей гигрофитов на мелководьях Куйбышевского водохранилища. — Бюл. Ин-та биол. водохр., 1959, № 4, с. 14—16.
- Экзерцев В. А.* Растительность зоны временного затопления южной части Куйбышевского водохранилища. — Тр. Ин-та биол. водохр., 1960, вып. 3 (6), с. 92—102.
- Экзерцев В. А.* Формирование растительности зоны временного затопления Куйбышевского водохранилища. — В кн.: Матер. I науч.-техн. совещ. по изуч. Куйбышев. водохр. Куйбышев, 1963, вып. 3, с. 133—135.
- Экзерцев В. А.* О растительности Куйбышевского водохранилища. — В кн.: Биология внутренних вод. Информ. бюл. Л., 1973, № 19, с. 18—21.

- Экзерцев В. А., Белавская А. П., Кутова Г. Н.* Некоторые данные о растительности волжских водохранилищ. — В кн.: Матер. Первой конф. по изуч. водоемов бассейна Волги. Куйбышев, 1971, с. 116—120.
- Яковлева А. Н.* Кормовые ресурсы и рыбопродуктивность волжских водохранилищ. — Изв. ГосНИОРХ, 1978, т. 138, с. 60—82.
- Ясонов Г. А.* Термический режим Куйбышевского водохранилища. — В кн.: Сборник работ Комсомольской ГМО. Куйбышев, 1962, вып. 2, с. 55—74.
- Ясонов Г. А.* Некоторые особенности термического режима Куйбышевского водохранилища. — В кн.: Матер. I науч.-техн. совещ. по изуч. Куйбышев. водохр. Куйбышев, 1963, вып. 1, с. 239—244.
- Ясонов Г. А.* Замерзание и вскрытие Куйбышевского водохранилища. — В кн.: Сборник работ Комсомольской ГМО. Л., 1966, вып. 7, с. 101—125.

	Стр.
Введение (Н. В. Буторин)	3
Глава первая. Физико-географический очерк (М. А. Фортунатов)	6
Рельеф	8
Геологическое строение и палеогеография	10
Глава вторая. Гидрологический режим (Н. В. Буторин, М. М. Выхристюк)	13
Общая характеристика водохранилища	13
Климат	14
Водный баланс	17
Уровеньный режим	22
Течения	27
Ветровое волнение	29
Термический режим	31
Ледовый режим	36
Прозрачность	37
Водные массы	40
Грунты	41
Колебания абиотических факторов	43
Глава третья. Гидрохимический режим (Н. Н. Гусева, Л. А. Выхристюк)	47
Общая минерализация	48
Динамика растворенных газов и величины рН	49
Режим биогенных и органических веществ	60
Биогенные элементы	60
Органическое вещество	65
Многолетняя динамика гидрохимического режима	72
Глава четвертая. Растительный и животный мир	75
Микрофлора (В. И. Романенко, А. И. Иватин)	75
Количество бактерий в воде, скорость их размножения и продукция	75
Общая численность бактерий в донных отложениях	85
Основные группы бактерий в воде и донных отложениях	86
Продукция и деструкция органического вещества	90
Фитопланктон (Е. Я. Андросова)	102
Видовой состав	102
Сезонная и годовичная динамика фитопланктона	107
Гидрофильная растительность (В. А. Экзерцев)	111
Зоопланктон (Н. А. Дзюбан)	119

	Стр.
Зоопланктон до создания водохранилища	119
Современное состояние зоопланктона	120
Характеристика зоопланктона отдельных плесов	126
Численность, биомасса и продукция зоопланктона	129
Роль зоопланктона в формировании качества воды	130
Зообентос (Н. Д. Бородич, С. М. Ляхов)	131
Глубоководная зона	131
Биомасса бентоса	137
Мелководная зона	139
Открытое мелководье	142
Мелководье, частично защищенное островами	143
Заливы	146
Ихтиофауна (А. Г. Поддубный)	148
Паразитофауна рыб (Н. А. Изюмова)	170
Эпизоотическое и эпидемиологическое значение паразитов рыб водохранилища	172
Ремнецы. <i>Ligula intestinalis</i> (L., 1758), <i>Digamma inter-</i> <i>rupta</i> (Rud., 1810)	172
Диплостоматиды. <i>Diplostomatidae</i> Poirier, 1886	175
Филометры. <i>Thwaitia</i> (<i>Philometra</i>) <i>ovata</i> (Zeder, 1803)	175
Дифиллоботриоз. <i>Diphyllbothrium latum</i> (L., 1758)	176
Описторхоз. <i>Opisthorchis felineus</i> (Rivolta, 1884)	178
Глава пятая. Состояние запасов и промысел рыбы (Ю. В. Ма- хотин)	179
Заключение (А. В. Монаков)	189
Литература	196

**КУЙБЫШЕВСКОЕ
ВОДОХРАНИЛИЩЕ**

Утверждено к печати

*Институтом биологии внутренних вод
Академии наук СССР*

Редактор издательства Л. И. Сметанкина
Художник И. П. Кремлев
Технический редактор Ф. А. Юлиш
Корректоры Н. И. Журавлева и Л. Я. Комм

ИБ № 20660

Сдано в набор 16.06.82. Подписано к печати 03.02.83. М-18894.
Формат $60 \times 90^{1/16}$. Бумага типографская № 2. Гарнитура
обыкновенная. Печать высокая. Печ. л. 13.5. Усл. печ. л. 13.5.
Усл. кр.-отт. 13.81. Уч.-изд. л. 14.78. Тираж 1200. Изд. № 8475.
Тип. зак. № 1529. Цена 2 р. 40 к.

Издательство «Наука». Ленинградское отделение
199164, Ленинград, В-164, Менделеевская лин., 1

Ордена Трудового Красного Знамени
Первая типография издательства «Наука»
199034, Ленинград, В-34, 9 линия, 12

**КНИГИ ИЗДАТЕЛЬСТВА «НАУКА»
МОЖНО ПРЕДВАРИТЕЛЬНО ЗАКАЗАТЬ
В МАГАЗИНАХ КОНТОРЫ «АКАДЕМКНИГА»**

*Для получения книг почтой
заказы просим направлять по адресу:*

**117192 Москва, В-192, Мичуринский пр., 12.
Магазин «Книга — почтой»
Центральной конторы «Академкнига»;**

**197345 Ленинград, П-345, Петрозаводская ул., 7.
Магазин «Книга — почтой»
Северо-Западной конторы «Академкнига»;**

*или в ближайший магазин «Академкнига»,
имеющий отдел «Книга — почтой»*

**480091 Алма-Ата, ул. Фурманова, 91/97 («Книга — почтой»);
370005 Баку, ул. Джапаридзе, 13;
320093 Днепропетровск, пр. Гагарина, 24 («Книга — почтой»);
734001 Душанбе, пр. Ленина, 95 («Книга — почтой»);
375002 Ереван, ул. Туманяна, 31;
664033 Иркутск, ул. Лермонтова, 289;
252030 Киев, ул. Ленина, 42;
252030 Киев, ул. Пирогова, 2;
252142 Киев, пр. Вернадского, 79;
252030 Киев, ул. Пирогова, 4 («Книга — почтой»);
277012 Кишинев, пр. Ленина, 148 («Книга — почтой»);
343900 Краматорск Донецкой обл., ул. Марата I;**

660049 Красноярск, пр. Мира, 84;
443002 Куйбышев, пр. Ленина, 2 («Книга — почтой»);
191104 Ленинград, Литейный пр., 57;
199164 Ленинград, Таможенный пер., 2;
199034 Ленинград, 9 линия, 16;
220012 Минск, Ленинский пр., 72 («Книга — почтой»);
103009 Москва, ул. Горького, 8;
117312 Москва, ул. Вавилова, 55/7;
630076 Новосибирск, Красный пр., 51;
630090 Новосибирск, Академгородок, Морской пр., 22 («Книга — почтой»);
142292 Пушкино Московской обл., МР «В», I;
620151 Свердловск, ул. Мамина-Сибиряка, 137 («Книга — почтой»);
700029 Ташкент, ул. Ленина, 73;
700100 Ташкент, ул. Шота Руставели, 43;
700187 Ташкент, ул. Дружбы народов, 6 («Книга — почтой»);
634050 Томск, наб. реки Ушайки, 18;
450059 Уфа, ул. Р. Зорге, 10 («Книга — почтой»);
450025 Уфа, Коммунистическая ул., 49;
720001 Фрунзе, бульвар Дзержинского, 42 («Книга — почтой»);
310078 Харьков, ул. Чернышевского, 87 («Книга — почтой»).